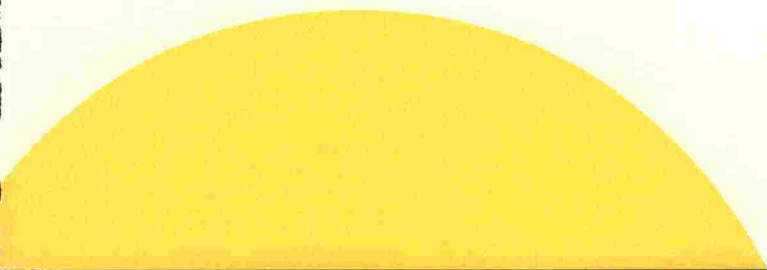


S 12 Pääteiden parantamisratkaisut

Tavallisen leveäkaistaisen sekaliikennetien liikennevirran ominaisuudet

Vt 6 Kaipiainen - Kaitjärvi

Tiehallinnon selvityksiä 14/2001



S 12 Pääteiden parantamisratkaisut

Tavallisen leveäkaistaisen sekaliikennetien liikennevirran ominaisuudet

Vt 6 Kaipainen - Kaitjärvi

Tiehallinnon selvityksiä 14/2001

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-734-7
TIEH 3200661

Edita Oyj
Helsinki 2001

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
faksi 0204 22 2652
s-posti julkaisumyynti@tiehallinto.fi
www.tiehallinto.fi/julkaisut



TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Paula Tuovinen, Åsa Enberg: Tavallisen ja leveäkaistaisen sekaliikennetien liikennevirran ominaisuudet – Vt6 Kaipainen-Kaitjärvi. Helsinki 2001. Tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka. Tiehallinnon selvityksiä 14/2001. 66 s. ISBN 951-726-734-7. ISSN 1457-9871. TIEH 3200661.

Aiheluokka: 21, 25

Asiasanat: Ajokaistat, koetiet, leventäminen, liikennevirta, liikennetutkimukset

TIIVISTELMÄ

Uusi leveäkaistainen 12,1 km pitkä sekaliikennetie vt 6:lla välillä Kaipainen-Kaitjärvi otettiin käyttöön loppukesällä vuonna 1999. Ennen-jälkeen -seurannan avulla tarkasteltiin tien liikennemääriä, nopeuksia, jonoutumista, jonopituuksia, ajoneuvojen aikavälejä ja ohituksia. Tutkimusmenetelminä käytettiin rekisteritunnustutkimusta ja pistekohtaisia silmukkamittauksia. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen selvitettiin lisäksi ajoneuvojen sijaintia kaistalla LAVEG-etäisyysmittarin ja HISTAR-liikenteenlaskentalaitteiden avulla.

Liikennemäärät olivat mittausten aikana Lappeenrannan suuntaan alle 700 ajon/h ja Kouvolan suuntaan alle 750 ajon/h. Kokonaisliikennemäärä oli alle 1000 ajon/h. Suuntajakauma Lappeenrantaan/Kouvolaan oli tavallisella valtatiellä touko-kesäkuun päiväliikenteessä vuonna 1999 50/50 ja leveäkaistaisella tiellä vuonna 2000 55/45. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä suuntajakauma oli 65/35. Raskaiden ajoneuvojen osuus oli päivällä noin 20 %, yöllä yleensä yli 30 % ja viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä 10 % tienoilla.

Pistenopeuksien keskiarvo on noussut ajosuunnittain touko-kesäkuun päiväliikenteessä 0,1-2,1 km/h. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä keskinopeus oli jälkeentilanteessa vilkkaampaan suuntaan 0,8-2,7 km/h ja vastakkaiseen suuntaan 0,4-1,9 km/h suurempi kuin ennen-tilanteessa. Mittausajan liikennemäärillä keskinopeus ei regressioanalyysin perusteella pienentynyt liikennemäärän kasvaessa. Nopeuden keskihajonta on molemmissa ajosuunnissa touko-kesäkuun aikana jälkeentilanteessa 0,1-1,4 km/h suurempi kuin ennen-tilanteessa.

Matkanopeuksien keskiarvo on noussut Kouvolan suuntaan päiväliikenteessä noin 1 km/h ja perjantain menoliikenteen aikaan noin 2 km/h. Perjantain menoliikenteen aikaan ero on tilastollisesti merkitsevä, päiväliikenteessä ei. Lappeenrannan suuntaan matkanopeuksien keskiarvo ei ole päiväliikenteessä muuttunut, perjantain menoliikenteessä se on kasvanut 1,0 km/h. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Havaituilla liikennemäärillä matkanopeuden ja liikennemäärän välillä ei ollut riippuvaisuutta. Matkanopeuksien keskihajonnoissa on tapahtunut vain pieniä muutoksia.

Jonossa ajoi päivällä hieman yli 30 % kuljettajista sekä ennen- että jälkeentilanteessa (jonokriteeri 5 s). Toukokuussa jonoprosentti on säilynyt perjantain menoliikenteessä lähes ennallaan, sunnuntain paluuliikenteessä jonoprosentti on kasvanut noin 2 %-yksikköä. Kesäkuussa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä jonoprosentti on pienentynyt noin 5 %-yksikköä. Keskimäärin jälkeentilanteessa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä ajoi jonossa hieman yli 50 % kuljettajista. Jonojen keskipituuudet olivat pääasiassa alle 4 ajoneuvoa kaikilla havaituilla liikennemäärillä.

Aktiivisten ohitusten lukumäärä ajoneuvoa kohti on kasvanut molempiin ajosuuntiin. Muutos on Kouvolan suuntaan suurempi kuin Lappeenrannan suuntaan. Keskimäärin tutkitulla leveäkaistaosuudella (noin 11,6 km) ohitetaan päiväliikenteessä ja perjantain menoliikenteen aikana Kouvolan suuntaan 1,3 ajoneuvoa (ennen noin 1,0). Perjantain menoliikenteessä ohitetaan keskimäärin 2,0 ajoneuvoa (ennen 1,7).

Liikennevirran ohitustiheys on lähes kaksinkertaistunut Kouvolan suuntaan. Lappeenrannan suunnassa ohitustiheyden kasvu on selvästi pienempi (alle 20 %). Jälkeentilanteessa liikennevirran ohitustiheys oli päivällä noin 25 ohit./kmh molemmissa ajosuunnissa. Perjantain menoliikenteessä keskimääräinen ohitustiheys oli noin 105 ohit./kmh ja vastakkaisessa suunnassa Kouvolaan noin 30 ohit./kmh. Ajosuunnan liikennemäärän kasvaessa 100 ajon/h liikennevirran ohitustiheys kasvaa jälkeentilanteessa Lappeenrannan suuntaan noin 25 ohit./kmh (ennen noin 20 ohit./kmh) ja Kouvolan suuntaan noin 20 ohit./kmh (ennen noin 10 ohit./kmh).

LAVEG-etäisyysmittausten perusteella 29 % kuljettajista ajaa sellaisella etäisyydellä reunaviivasta ($\leq 1,0$ m), että ajoneuvo on mahdollista ohittaa omalla kaistalla. HISTAR-laitteet eivät soveltuneet luotettavaan ja tarkkaan kaistallasijainnin määrittämiseen.

Keywords: traffic lanes, test roads, traffic flow, traffic studies

SUMMARY

A new 12.1 km long wide-lane rural two-lane road was opened in late summer 1999 on main road 6 between Kouvola and Lappeenranta in Southeastern Finland. Before this road section was an ordinary two-lane road with wide shoulders. The traffic flow characteristics were observed in May and June 1999 and 2000. The before-and-after studies consisted of point measurements using double induction loops, and travel time and overtaking studies using the license plate method. Some measurements were also done on the wide-lane road to determine the position of the vehicles on the lane using a distance measuring device (LAVEG) and HISTAR traffic counters.

During the measurements the traffic flows were below 700 veh/h towards Lappeenranta and below 750 veh/h towards Kouvola. The total flow was below 1000 veh/h. In daytime traffic the directional distribution of traffic was about 50/50 in 1999 and about 55/45 in 2000. Both years the main direction carried about 65 % of the traffic during the weekend peak. On Fridays the main direction is towards Lappeenranta and on Sundays towards Kouvola. The percentage of heavy vehicles was about 20 % in daytime traffic and about 10 % during the weekend peaks.

The mean spot speeds have increased 0.1–2.1 km/h in daytime. In weekend peak traffic the mean speeds increased 0.8–2.7 km/h in the main direction and 0.4–1.9 km/h in the opposite direction. For the observed flows the regression analyses showed that the mean speed did not decrease when the one-way flow increased.

The mean travel speeds have increased in the direction towards Kouvola, in daytime about 1 km/h and during the Friday peak about 2 km/h. During the Friday peak the difference is statistically significant. Towards Lappeenranta the mean travel speeds have not changed in daytime traffic but in Friday peak traffic the increase was 1.0 km/h. However, the difference is not statistically significant. Because of low flow rates almost no relationship between mean travel speed and flow could be observed.

In daytime a little more than 30 % of the drivers drove in platoons in both situations (platoon criterion 5 sec). During the measurements in May very small changes in the platoon percentage were observed in Friday peak traffic towards Lappeenranta but in the Sunday peak traffic towards Kouvola the platoon percentages were about 2 %-units higher than before. During the weekend peak in June the platoon percentages in the main direction were about 5 %-units lower than in the before-situation. On an average a little more than 50 % of the drivers drove in platoons during the weekend peaks. The average platoon length was usually below 4 vehicles.

The number of active overtakings has increased in both directions. Towards Kouvola the increase is higher than towards Lappeenranta. On the wide-lane road section (about 11.6 km) the vehicles overtook on an average about 1.3 vehicles in daytime traffic and in Friday peak traffic towards Kouvola (before 1.0). In Friday peak traffic towards Lappeenranta the drivers overtook on an average 2.0 vehicles (before 1.7).

The overtaking rate was almost doubled in the direction towards Kouvola. Towards Lappeenranta the increase is clearly smaller (below 20 %). On the wide-lane road section the average overtaking rate in daytime traffic was about 25 overt./kmh in both directions. In Friday peak traffic towards Lappeenranta the average overtaking rate was about 105 overt./kmh and about 30 overt./kmh in the opposite direction. When the one-way flow on the wide-lane road towards Lappeenranta increased by 100 veh/h, the overtaking flow rate increased by about 25 overt./kmh (before about 20). Towards Kouvola the increase was about 20 overt./kmh (before about 10).

The results from the LAVEG measurements showed that 29 % of the drivers drove at a distance of less than 1.0 m from the right edge line of the traffic lane thus allowing another vehicle to overtake without crossing the centre line. The use of HISTAR traffic counters for this purpose proved to be difficult.

Nyckelord: körfält, provvägar, trafikflöde, trafikundersökningar

SAMMANDRAG

Den nya bredfältiga 12,1 km långa tvåfältsvägen på huvudväg 6 togs i bruk sensommaren 1999. Vägsträckan ligger mellan Kouvola och Villmanstrand i sydöstra Finland. Tidigare var vägen en vanlig tvåfältig huvudväg med breda vägrenar. Trafikflödets egenskaper på vägsträckan undersöktes med hjälp av en före-efter uppföljning i maj-juni åren 1999 och 2000. Undersökningsmetoderna var registernummerundersökningar med video och punktmätningar med hjälp av induktions-slingor. På den bredfältiga vägen undersöktes dessutom fordonens position i körfältet med hjälp av en LAVEG-avståndsmätare och HISTAR-trafikeräknare.

Under mätningarna var flödena mot Villmanstrand lägre än 700 f/h och mot Kouvola lägre än 750 f/h. Det totala trafikflödet var lägre än 1000 f/h. I dagstrafik var riktning fördelningen Villmanstrand/Kouvola 50/50 år 1999 och 55/45 år 2000. I fredags- och söndagstrafik färdades ca 65 % av trafiken i huvudfärdriktningen, som på fredagarna är mot Villmanstrand och på söndagarna mot Kouvola. Andelen tunga fordon var cirka 20 % i dagstrafik och ca 10 % i veckoslutstrafik.

Punkthastigheternas medelvärde har ökat med 0,1–2,1 km/h i dagstrafik. I livlig veckoslutstrafik har medelhastigheten i huvudfärdriktningen ökat med 0,8–2,7 km/h och i den motsatta riktningen med 0,4–1,9 km/h. För de observerade flödena visade regressionsanalyserna att medelhastigheten inte minskade då trafikflödet ökade.

Medelreshastigheten har ökat i riktning mot Kouvola, i dagstrafik ca 1 km/h och i fredagstrafik ca 2 km/h. I fredagstrafik är skillnaden statistiskt signifikant. Mot Villmanstrand har medelreshastigheten inte förändrats i dagstrafik men däremot ökat 1,0 km/h i utgående fredagstrafik. Skillnaden är dock inte statistiskt signifikant. För de observerade flödena kunde inget samband mellan reshastighet och flöde påvisas.

I dagstrafik körde litet över 30 % av fordonen i kö både under före- och eftermätningarna (kökriterium 5 s). Under mätningarna i maj hade köandelen förblivit nästan oförändrad i utgående fredagstrafik och ökat med cirka 2 %-enheter i söndagens returtrafik. Under mätningarna i juni hade köandelen minskat ca 5 %-enheter i livlig veckoslutstrafik. I veckoslutstrafik körde drygt 50 % av fordonen i kö. Köernas medellängd var i huvudsak under 4 fordon för alla observerade trafikflöden.

Antalet aktiva omkörningar har ökat både i båda färdriktningarna. Mot Kouvola är förändringen större än mot Villmanstrand. På den undersökta bredfältiga vägsträckan (ca 11,6 km) körde fordonen mot Kouvola i medeltal om 1,3 fordon i dagstrafik och i fredagstrafik (tidigare 1,0). I utgående fredagstrafik körde man i medeltal om 2,0 fordon (tidigare 1,7).

Trafikflödets omkörningstäthet (antalet omkörda fordon per timme och kilometer) har nästan fördubblats i riktning mot Kouvola. Mot Villmanstrand är ökningen i omkörningstäthet klart mindre (under 20 %). På den bredfältiga vägsträckan var trafikflödets omkörningstäthet i dagstrafik ca 25 omkörningar/kmh i båda färdriktningarna. I utgående fredagstrafik var den genomsnittliga omkörningstätheten ca 105 omkörningar/kmh och i den motsatta riktningen ca 30 omkörningar/kmh. Då trafikflödet mot Villmanstrand på den bredfältiga vägen ökar med 100 f/h ökar trafikflödets omkörningstäthet med ca 25 omkörningar/kmh (tidigare ca 20). Mot Kouvola är motsvarande ökning ca 20 omkörningar/kmh (tidigare ca 10).

Enligt resultaten erhållna med avståndsmätaren LAVEG kör 29 % av förarna på ett sådant avstånd från körfältets högra kantlinje ($\leq 1,0$ m), att ett annat fordon kan köra om utan att överskrida mittlinjen. HISTAR-trafikeräknarna lämpade sig inte för att tillförlitligt och exakt bestämma fordonens position i körfältet.

ALKUSANAT

Suomen ensimmäinen leveäkaistainen sekaliikennetie otettiin käyttöön vt 6:lla Kouvolan ja Lappeenrannan välillä loppukesällä 1999. Tässä selvityksessä on ennen-jälkeen -seurannan avulla tarkasteltu uuden poikkileikkauksen vaikutuksia liikennevirtaan. Tutkimusmenetelminä on käytetty rekisteritunnustutkimusta ja pistekohtaisia silmukkamittauksia. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen on lisäksi selvitetty ajoneuvojen sijaintia kaistalla LAVEG-etäisyysmittarin ja HISTAR-liikenteenlaskentalaitteiden avulla.

Selvityksen tilasi Tiehallinnon tie- ja liikennetekniikka -yksikkö Teknillisen korkeakoulun liikennelaboratoriolta. Tilaajan yhdyshenkilönä toimi tieinsinööri Jorma Saarelainen. Vastuuhenkilönä TKK:ssa oli professori Matti Pursula. Selvityksen ovat TKK:ssa tehneet DI Paula Tuovinen ja DI Åsa Enberg. Raportti kuuluu S 12 Pääteiden parantamisratkaisut -projektiin.

Helsingissä toukokuussa 2001

Tiehallinto

Tie- ja liikennetekniikka

SISÄLTÖ

1	TAUSTA JA TARKOITUS	13
2	TUTKIMUSMENETELMÄT JA MITTAUSAINEISTOT	16
2.1	Mittauspisteiden sijainti	16
2.2	Silmukkamittaukset	17
2.3	Rekisteritunnustutkimus	18
2.4	Ajoneuvojen sijainti kaistalla -tutkimus	18
3	LIIKENNETIEDOT	21
3.1	Liikennemäärät ja liikenteen koostumus silmukkamittauksissa	21
3.2	Liikennemäärät ja liikenteen koostumus rekisteritunnustutkimuksessa	24
4	NOPEUDET	26
4.1	Pistenopeudet	26
4.1.1	Pistenopeuksien keskiarvot ja keskihajonnat	26
4.1.2	Keskinopeuden ja keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä	31
4.1.3	Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeusjakaumat	38
4.1.4	Pistenopeusjakaumat eri liikennemäärillä	40
4.1.5	Suuret pistenopeudet	42
4.2	Matkanopeudet	43
4.2.1	Matkanopeuksien keskiarvot ja keskihajonnat	43
4.2.2	Matkanopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä	45
5	JONOT	48
5.1	Jonossa ajavien osuus eri ajankohtina	48
5.2	Jonossa ajavien osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä	49
5.3	Jonon keskipituus	52
5.4	Jonossa ajavien aikavälit	54
6	OHITUKSET	56
6.1	Ohitusmäärät	56
6.2	Ohitustiheys ja sen riippuvaisuus liikennemäärästä	58
7	AJONEUVOJEN SIJAINTI KAISTALLA	61
7.1	HISTAR-liikenteenlaskentalaitteiden tulokset	61
7.2	LAVEG-etäisyysmittarin tulokset	61
8	YHTEENVETO	63
9	KIRJALLISUUSLUETTELO	66

1 TAUSTA JA TARKOITUS

Kolmikaistaisilla ohituskaistateilla ja kaksikaistaisilla leveäkaistateilla pyritään lisäämään perinteisten moottoriliikenneteiden ja leveäpientareisten sekaliikenneteiden välityskykyä sekä parantamaan niiden palvelutasoa. Molempia poikkileikkaustyppejä on kokeiltu Suomessa moottoriliikenneteillä 1990-luvulta lähtien ja niiden toimivuutta on selvitetty seurantatutkimuksilla.

Ensimmäinen ohituskaistatiekokeilu tehtiin vuosina 1991-1996 moottoriliikennetiellä vt 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä. Vuodesta 1993 on vt 4:llä ollut ohituskaistatie Lahden ja Heinolan välillä. Leveäkaistaisia moottoriliikennetieosuuksia on Suomessa kolmella valtatiellä. Ensimmäinen osuus otettiin käyttöön vuonna 1993 vt 4:llä Oulun pohjoispuolella Asemakylän ja Ränänperän välillä (noin 6 km). Vt 12:lla avattiin leveäkaistainen moottoriliikennetieosuus vuonna 1995 Lahden ja Uudenkylän välille (noin 20 km) ja vt:llä 7 vuonna 1998 Koskenkylän ja Loviisan välille (10 km). Leveäkaistaisen poikkileikkauksen vaikutuksia moottoriliikennetien liikennevirtaan on selvitetty vt:llä 4 (Tielaitoksen selvityksiä 43/1994) ja vt:lla 12 (Tielaitoksen selvityksiä 26/1997).

Ensimmäinen yleiselle liikenteelle tarkoitettu leveäkaistainen sekaliikennetie otettiin käyttöön vt 6:lla Kouvolan ja Lappeenrannan välillä loppukesällä 1999. Leveäkaistainen tie alkaa lännessä Kaipiaisissa ja päättyy idässä Kaitjärvellä Hietaniemen paikallistien kanavoituun liittymään (kuva 1). Väliosuudella on kolme tiemerkinnoin kanavoitua kolmihaaraliittymää.



Kuva 1. Leveäkaistaisen tieosuuden sijainti vt 6:lla Kaipaisen ja Kaitjärven välillä.

Leveäkaistaisen tieosuuden pituus on noin 12,1 kilometriä ja sen poikkileikkaus on 12,5/10,5. Tiellä on 5,25 metriä leveät ajokaistat ja 1,0 metrin levyiset pientareet (päällystetty piennar 0,75 m, tukiennar 0,25 m). Ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista tie oli perinteinen leveäpientareinen sekaliikennetie. Ajokaistat olivat 3,75 metriä leveät ja pientareet Kaipiaisista Kaitjärven suuntaan 3,3 kilometrin matkalla 3,0 metriä leveät (päällystetty piennar 2,35 m, tukiennar 0,65 m) ja siitä eteenpäin 8,8 kilometrin matkalla 2,5 metriä leveät (päällystetty piennar 2,25 m, tukiennar 0,25 m).

Kuvassa 2 on näkymä tieltä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen. Ennen-tilanteessa ajoradan keskiviiva ja reunaviivat olivat kuluneet ja näkyivät paikoittain todella huonosti.

Tien nopeusrajoitus oli ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista 100 km/h ja se säilyi ennallaan poikkileikkausmuutoksen jälkeen. Tien keski-

määräinen vuorokausiliikennemäärä KVL vaihtelee välillä 5600-5700 ajon/vrk ja kesän keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä KVL välillä 7400-8300 ajon/vrk paikasta riippuen. Raskaan liikenteen osuus KVL:stä oli vuonna 1997 11-12 %. Vuonna 2000 osuus on noussut 14,5-15,5 %:iin.

Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella leveäkaistaisen poikkileikkauksen vaikutuksia sekaliikennetien liikennevirtaan. Vaikutuksia on selvitetty maastomittausten avulla ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen selvitettiin lisäksi sitä, millä etäisyydellä ajoneuvot ajavat tien oikeasta reunaviivasta.

ENNEN



JÄLKEEN



Kuva 2. VT 6 välillä Kaipainen-Kaitjärvi ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

2.2 Silmukkamittaukset

Silmukkamittauksista saatiin tietoja mm. ajoneuvojen nopeuksista, tyypeistä ja aikaväleistä. Silmukkamittauksia tehtiin leveäpientareisella tiellä noin viikon mittausjakson ajan toukokuussa ja kesäkuussa vuonna 1999 sekä vastaavasti leveäkaistaisella tiellä uuden poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen vuonna 2000. Tarkemmat mittausajankohdat on esitetty taulukossa 1. Jäljempänä tekstissä mittausviikkoihin viitataan sanoilla "toukokuu" ja "kesäkuu".

Mittauspisteen induktiosilmukkojen paikkaa ei muutettu leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen yhteydessä. Silmukat sijaitsevat jälkeen-tilanteessa noin 2 metrin etäisyydellä tien oikeasta reunaviivasta. On mahdollista, että esimerkiksi ohitustilanteessa jokin ajoneuvo on ajanut silmukoiden oikealta puolelta ja jäänyt siten havaitsematta.

Taulukko 1: Ennen leväkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen tehtyjen silmukkamittausten ajankohdat.

Ajankohta		Aloitusaikajako	Lopetusajankohta
Toukokuu	Ennen	Tiistai 4.5.1999 klo 11.00	Keskiviikko 12.5.1999 klo 14.00
	Jälkeen	Keskiviikko 10.5.2000 klo 08.00	Keskiviikko 17.5.2000 klo 08.30
Kesäkuu	Ennen	Maanantai 7.6.1999 klo 15.00	Maanantai 14.6.1999 klo 24.00
	Jälkeen	Tiistai 6.6.2000 klo 15.00	Keskiviikko 14.6.2000 klo 24.00

Silmukkamittausaineistojen käsittelyssä vuorokausi jaettiin päivä- ja yöliikenteeseen. Lisäksi viikonlopun meno- ja paluuliikenne on käsitelty erikseen (taulukko 2). Perjantain menoliikenne suuntautuu tutkimuskohteessa Lappeenrantaan ja sunnuntain paluuliikenne Kouvolaan.

Taulukko 2: Silmukkamittausaineistojen käsittelyssä käytetty jako päivä- ja yöliikenteeseen sekä viikonlopun meno- ja paluuliikenteeseen.

	Viikonpäivä	Kellonaika
Päiväliikenne	Ma-to, la	07.00-18.59
	Pe, su	07.00-11.59
Yöliikenne	Ma-to, la	19.00-06.59
	Pe, su	00.00-06.59
Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	Pe, Su	12.00-23.59

Silmukkamittausaineistot käsiteltiin 15 minuutin aikajaksoissa. Seuraavissa luvuissa esitettävät tulokset perustuvat aina 15 minuutin aikajakson havaintoihin ellei toisin ole mainittu. Aineistoissa tai käsittelyohjelmassa olevien häiriöiden vuoksi tuloksista puuttuvat klo 07.00-13.00 väliset tunnit seuraavilta päiviltä vuodelta 1999: 8.5, 9.5, 12.6 ja vuodelta 2000: 14.5. Yhteensä käsiteltiin noin 717 tunnin mittaukset, joiden aikana mittauspisteen ohitti noin 180 000 ajoneuvoa (taulukko 3). Jonokriteerinä aineistojen käsittelyssä käytettiin 5 sekunnin brutto-aikaväliä edellä ajavaan ajoneuvoon.

Taulukko 3: Ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen tehtyjen silmukkamittausten laajuus.

Ajankohta	Mittausaika yhteensä (h)	Ajoneuvojen lukumäärä
Toukokuu	Ennen	183
	Jälkeen	162,5
Kesäkuu	Ennen	171
	Jälkeen	201

2.3 Rekisteritunnustutkimus

Rekisteritunnustutkimuksella saatiin tietoja ajoneuvojen matkanopeuksista ja ohitusten lukumääristä sekä ohitustiheyksistä. Tässä tutkimuksessa käytettiin leveäkaistaisen osuuden alku- ja loppupään kameraparien videokuvausaineistoja.

Rekisteritunnustutkimuksen kuvaukset tehtiin ennen-tilanteessa torstaina 10.6.1999 klo 13.00-19.15 ja perjantaina 11.6.1999 klo 14.30-20.30. Kuvausten aikana sää oli aurinkoinen ja lämpötila oli yli +20 °C. Jälkeen-tilanteen rekisteritunnustutkimus tehtiin perjantaina 9.6.2000 klo 11.30-20.30. Päiväliikenteen videokuvaus oli tarkoitus tehdä torstaina 8.6.2000, mutta sateinen sää esti kuvaukset. Perjantaina sää oli aurinkoinen/puolipilvinen ja lämpötila oli yli +20 °C. Kuvassa 2 on esitetty ajoradan poikkileikkaus ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Rekisteritunnustutkimuksessa kuvauspisteiden välinen etäisyys oli sekä ennen-että jälkeen-tilanteessa 11 557 metriä. Mittausaineiston käsittelyssä käytettiin aikajaksona 15 minuuttia, joten tulokset perustuvat aina 15 minuutin aikajakson havaintoihin.

Rekisteritunnustutkimusaineisto jaettiin päiväliikenteeseen ja perjantain menoliikenteeseen. Päiväliikenne on ennen-tilanteessa torstailta klo 13.00-19.15 ja jälkeen-tilanteessa perjantailta klo 11.30-14.30. Perjantain menoliikenne on molemmissa tapauksissa klo 14.30-20.30 väliseltä ajalta. Videokuvaukset kestivät yhteensä noin 21 tuntia ja niiden aikana kuvauspaikan ohitti yhteensä noin 13 800 ajoneuvoa (taulukko 4).

Taulukko 4: Ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen tehtyjen rekisteritunnustutkimusten laajuus.

Ajankohta	Kuvausaika yhteensä (h)	Ajoneuvojen lukumäärä
Päiväliikenne	Ennen	6,25
	Jälkeen	3,0
Perjantain menoliikenne	Ennen	6,0
	Jälkeen	6,0

2.4 Ajoneuvojen sijainti kaistalla -tutkimus

HISTAR-liikenteenlaskentalaitteet (3 kpl) asennettiin Lappeenrannan suunnan kaistalle samaan poikkileikkaukseen (kuva 4). Laitteet tallentavat niiden yli aja-neiden ajoneuvojen ylitysajat sekunnin tarkkuudella. Laitteet pyrittiin sijoittamaan siten, että jokainen ajoneuvo aiheuttaisi havainnon vain yhteen laitteeseen. Li-

kennemääräksi mitattiin perjantaina 9.6.2000 klo 06.00-21.00 yhteensä noin 6 900 ajoneuvoa.



Kuva 4. HISTAR-liikenteenlaskentalaitteet vt 6:n leveäkaistaisella tieosuudella Lappeenrannan suunnan kaistalla.



Kuva 5. LAVEG-etäisyysmittari vt 6:n leveäkaistaisella tieosuudella.

LAVEG-etäisyysmittari sijoitettiin keskimmäisen videokuvauspaikan yhteyteen tien viereen puiden suojaan (*kuva 5*). Mittarin lasersäde suunnattiin kohtisuoraan tiehen nähden ja tien toiselle puolelle sijoitettiin levy, johon lasersäde tähdättiin. Mittari tallentaa lasersäteen etäisyshavainnon 50 kertaa sekunnissa. Ajoneuvojen etäisyyksiä mitattiin perjantaina 9.6.2000 noin klo 11.40-20.50. Yhteensä saatiin noin 3 700 ajoneuvon etäisyystieto.

3 LIIKENNETIEDOT

3.1 Liikennemäärät ja liikenteen koostumus silmukkamittauksissa

Tuntiliikennemäärien keskiarvot ja vaihteluvälit silmukkamittauksissa suunnittain ja ajankohdittain on esitetty taulukossa 5. Liikennemäärät olivat vastaavina kuukausina ennen- ja jälkeen-tilanteissa sekä päivällä että yöllä samaa suuruusluokkaa. Liikennemäärä vaihteli toukokuussa päivällä Lappeenrannan suuntaan 50-320:een ajon/h ja Kouvolaan suuntaan 60-300:aan ajon/h. Kesäkuussa vastaavat vaihtelut olivat 20-340 ajon/h ja 30-320 ajon/h. Yöllä liikennemäärä vaihteli toukokuussa Lappeenrannan suuntaan 4-210:een ajon/h ja Kouvolaan suuntaan 4-220:een ajon/h. Kesäkuussa vastaavat vaihtelut olivat 4-250 ajon/h ja 4-230 ajon/h. Silmukkamittausaineiston perusteella mittausjaksojen keskimääräinen tuntiliikennemäärä oli molempina vuosina kesäkuussa suurempi kuin toukokuussa (päivällä 11-13 %, yöllä 31-39 %).

Taulukko 5: Tuntiliikennemäärän keskiarvo ja 15 minuutin jaksoihin perustuvan laskennallisen tuntiliikenteen vaihteluväli mittausjaksoittain ja suunnittain silmukkamittauksissa ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Liikennemäärä (ajon/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	155 (76-312)	47 (4-208)	281 (40-515)	146 (32-256)
		Jälkeen	162 (48-323)	48 (4-204)	285 (40-572)	152 (24-284)
	Kouvolaan	Ennen	150 (64-304)	46 (4-182)	170 (28-333)	286 (16-540)
		Jälkeen	150 (68-300)	45 (4-220)	159 (20-295)	279 (36-549)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	175 (44-340)	63 (4-236)	374 (76-673)	175 (70-250)
		Jälkeen	182 (20-343)	66 (4-246)	342 (80-628)	189 (68-320)
	Kouvolaan	Ennen	167 (36-316)	64 (4-228)	185 (40-344)	384 (78-720)
		Jälkeen	170 (32-296)	59 (4-208)	181 (28-344)	336 (48-604)

Perjantain menoliikenteessä liikennemäärä vaihteli ennen-tilanteessa toukokuussa välillä 40-520 ajon/h ja kesäkuussa välillä 80-670 ajon/h. Jälkeen-tilanteessa vastaavat vaihtelut olivat 40-570 ajon/h ja 80-630 ajon/h. Mittausjaksojen keskimääräinen tuntiliikennemäärä oli ennen- ja jälkeen -tilanteessa vastaavina kuukausina samaa suuruusluokkaa.

Sunnuntain paluuliikenteessä liikennemäärä vaihteli ennen-tilanteessa toukokuussa välillä 20-540 ajon/h ja kesäkuussa välillä 80-720 ajon/h. Jälkeen-tilanteessa vastaavat vaihtelut olivat 40-550 ajon/h ja 50-600 ajon/h. Keskimää-

räinen tuntiliikennemäärä oli kesäkuussa jälkeen-tilanteessa noin 13 % pienempi kuin ennen-tilanteessa, toukokuussa vuosien välillä ei ollut juurikaan eroa.

Viikonlopun meno-paluuliikenteessä keskimääräinen tuntiliikennemäärä oli kesäkuussa suurempi kuin toukokuussa: vuonna 1999 noin kolmanneksen ja vuonna 2000 noin viidenneksen.

Mittausjaksojen suurimmat 15 minuutin liikennemäärät mitattiin viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä (taulukko 6). Suurin havaittu poikkileikkausliikennemäärä oli 972 ajon/h perjantaina 9.6.2000 klo 16.30-16.45. Suunnittain suurimmat havainnot tehtiin vuoden 1999 kesäkuussa: Lappeenrannan suuntaan perjantaina 673 ajon/h ja Kouvolan suuntaan sunnuntaina 720 ajon/h.

Taulukko 6: Silmukkamittauksissa havaitut suurimmat 15 minuutin liikennemäärät eri mittausjaksoilla ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Laskennallinen tuntiliikennemäärä (ajon/h)	Viikonpäivä	Klo
Ennen	Toukokuu	Lappeenrantaan	515	Pe	18.45-19.00
		Kouvolaan	540	Su	18.15-18.30
		Molemmat suunnat yht.	808	Pe	16.45-17.00
	Kesäkuu	Lappeenrantaan	673	Pe	18.00-18.15
		Kouvolaan	720	Su	16.45-17.00
		Molemmat suunnat yht.	956	Su	16.45-17.00
Jälkeen	Toukokuu	Lappeenrantaan	572	Pe	18.00-18.15
		Kouvolaan	549	Su	16.45-17.00
		Molemmat suunnat yht.	781	Su	16.30-16.45
	Kesäkuu	Lappeenrantaan	628	Pe	16.30-16.45
		Kouvolaan	604	Su	18.15-18.30
		Molemmat suunnat yht.	972	Pe	16.30-16.45

Perjantain menoliikenteessä liikennemäärä ylitti päiväliikenteessä havaitut suurimmat 15 minuutin liikennemäärät (noin 300 ajon/h) toukokuussa vuonna 1999 klo 14.45 ja vuonna 2000 14.15. Kesäkuussa liikennemäärä ylitti 300 ajon/h vuonna 1999 klo 13.30 ja vuonna 2000 klo 14.30. Huipputunnin jälkeen liikennemäärä pieneni alle 300:aan ajon/h molempina vuosina toukokuussa noin klo 20.45 mennessä ja kesäkuussa noin klo 21.30 mennessä.

Sunnuntain paluuliikenteessä liikennemäärä ylitti 300 ajon/h toukokuussa vuonna 1999 klo 13.15 ja vuonna 2000 klo 13.45. Kesäkuussa vastaava taso saavutettiin vuonna 1999 klo 14.45 ja vuonna 2000 klo 14.00. Huipputunnin jälkeen liikennemäärä pieneni alle 300:aan ajon/h toukokuussa molempina vuosina klo 20.15 mennessä. Kesäkuussa vastaava taso saavutettiin myöhemmin: vuonna 1999 klo 21.45 ja vuonna 2000 klo 21.15.

Mittausjaksojen huipputuntien ajankohdat ja todelliset tuntiliikennemäärät on esitetty taulukossa 7. Huipputunnit ajoittuivat kaikilla mittausjaksoilla viikonlopun meno- tai paluuliikenteeseen. Huipputunnin poikkileikkausliikennemäärä oli eri

mittausjaksoilla 740-840 ajon/h. Suurin arvo havaittiin sunnuntaina 13.6.1999 klo 16.30-17.30.

Taulukko 7: Silmukkamittauksissa havaittujen huipputuntien liikennemäärät eri mittausjaksoilla ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Liikennemäärä (ajon/h)	Viikon- päivä	Klo
Ennen	Touko- kuu	Lappeenrantaan	482	Pe	16.30-17.30
		Kouvolaan	494	Su	17.45-18.45
		Molemmat suun- nat yht.	744	Pe	16.30-17.30
	Kesä- kuu	Lappeenrantaan	595	Pe	17.30-18.30
		Kouvolaan	641	Su	16.30-17.30
		Molemmat suun- nat yht.	842	Su	16.30-17.30
Jälkeen	Touko- kuu	Lappeenrantaan	513	Pe	17.45-18.45
		Kouvolaan	520	Su	16.15-17.15
		Molemmat suun- nat yht.	737	Su	16.15-17.15
	Kesä- kuu	Lappeenrantaan	549	Pe	18.00-19.00
		Kouvolaan	534	Su	17.30-18.30
		Molemmat suun- nat yht.	822	Pe	16.30-17.30

Huipputunnin liikennemäärä vaihteli perjantain menoliikenteessä eri mittausjaksoilla välillä 480-600 ajon/h. Huipputunti oli toukokuussa vuonna 1999 klo 16.30-17.30 ja vuonna 2000 klo 17.45-18.45. Kesäkuussa huipputunti oli myöhemmin: vuonna 1999 klo 17.30-18.30 ja vuonna 2000 klo 18.00-19.00.

Sunnuntain paluuliikenteessä huipputunnin liikennemäärä vaihteli eri mittausjaksoilla välillä 490-640 ajon/h. Huipputunti oli toukokuussa vuonna 1999 klo 17.45-18.45 ja vuonna 2000 16.15-17.15. Kesäkuussa huipputunti oli vuonna 1999 klo 16.30-17.30 ja vuonna 2000 klo 17.30-18.30. Lähes kaikilla mittausjaksoilla huipputunnin liikennemäärä oli viikonlopun paluuliikenteessä hieman suurempi kuin menoliikenteessä.

Suuntajakauma Lappeenrantaan/Kouvolaan oli päiväliikenteessä vuonna 1999 noin 50/50 ja vuonna 2000 noin 55/45. Perjantain menoliikenteen aikaan suuntajakauma oli molempina vuosina noin 65/35. Sunnuntain paluuliikenteen aikaan suuntajakauma Kouvolaan/Lappeenrantaan oli molempina vuosina noin 65/35.

Silmukkamittausaineistojen käsittelyssä raskaiksi ajoneuvoiksi luokiteltiin kaikki yli kuuden metrin pituiset ajoneuvot. Raskaiden ajoneuvojen osuus suunnittain eri ajankohtina on esitetty taulukossa 8. Päiväliikenteessä osuus oli keskimäärin 18-21 % ja yöliikenteessä 29-38 % mittausjaksosta ja suunnasta riippuen. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä osuudet olivat selvästi pienemmät, ruuhkasuuntaan 7-13 % ja ruuhkaa vastaan 8-18 %.

Taulukko 8: Raskaiden ajoneuvojen osuus keskimäärin ja osuuden vaihtelu 15 minuutin jaksoissa silmukkamittauksissa suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Raskaiden ajoneuvojen osuus (%)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	21 (0-41)	38 (0-100)	12 (4-50)	8 (0-50)
		Jälkeen	19 (0-44)	37 (0-100)	13 (5-56)	10 (2-75)
	Kouvolaan	Ennen	21 (3-52)	36 (0-100)	18 (3-50)	7 (2-56)
		Jälkeen	19 (0-48)	35 (0-100)	18 (2-100)	8 (0-38)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	18 (0-48)	30 (0-100)	11 (5-38)	11 (0-29)
		Jälkeen	18 (0-50)	33 (0-100)	12 (6-33)	11 (3-32)
	Kouvolaan	Ennen	18 (2-56)	29 (0-100)	17 (6-40)	8 (0-26)
		Jälkeen	18 (0-46)	33 (0-100)	16 (6-50)	7 (3-38)

3.2 Liikennemäärät ja liikenteen koostumus rekisteritunnus-tutkimuksessa

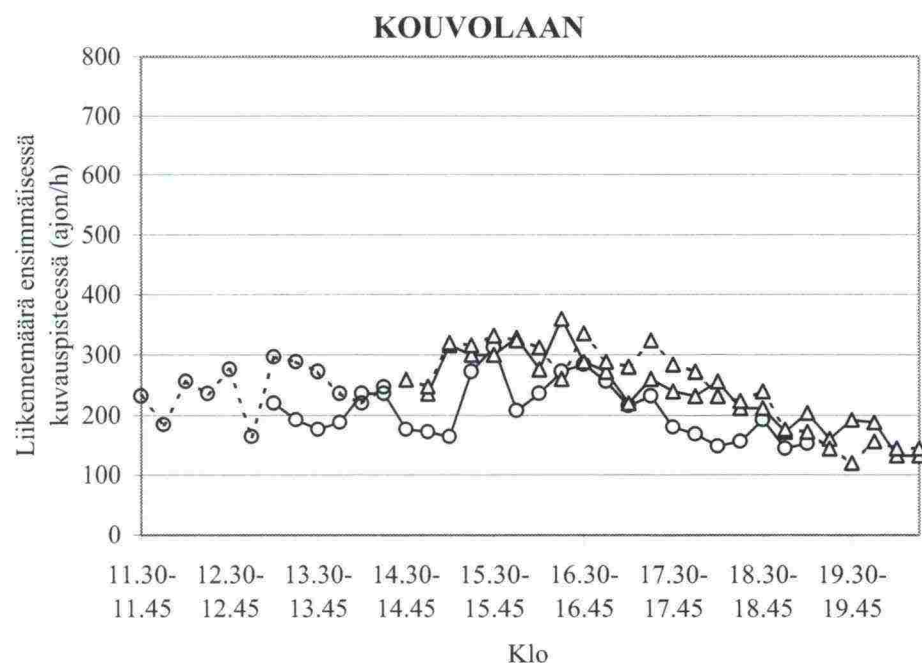
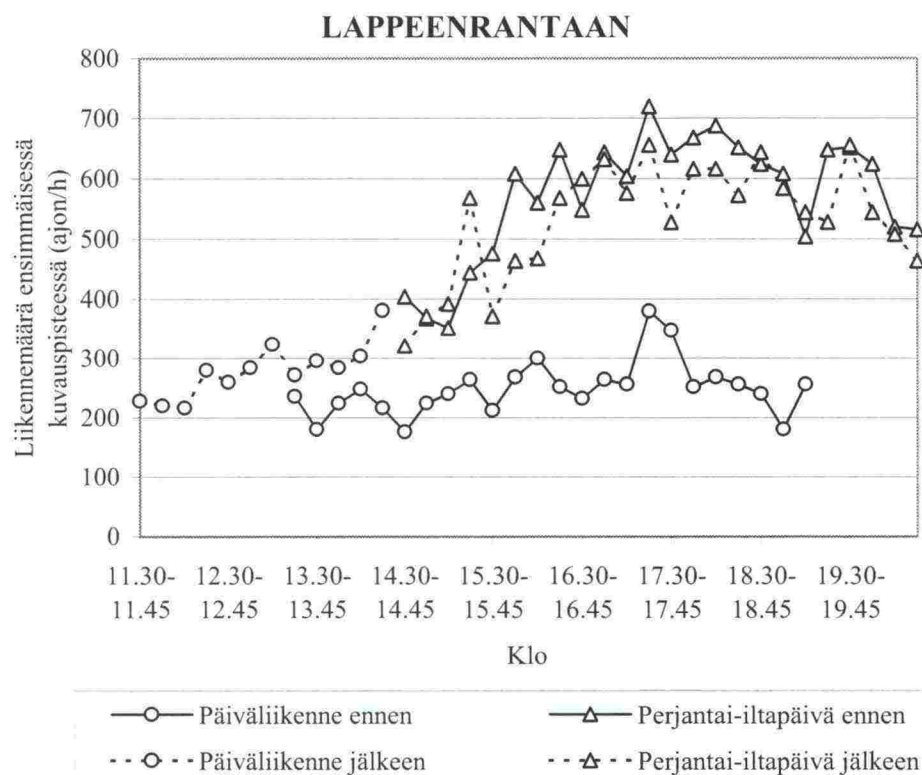
Rekisteritunnustutkimuksen tuntiliikennemäärät 15 minuutin jaksoissa suunnittain on esitetty kuvassa 6. Määrät ovat ajosuunnan ensimmäisestä kuvauspisteestä.

Perjantain menoliikenteessä Lappeenrannan suuntaan liikennemäärä vaihteli ennen-tilanteessa 350-720:een ajon/h ja jälkeen-tilanteessa 320-660:een ajon/h. Suurimmillaan liikennemäärä oli ennen-tilanteessa klo 17.15-17.30 ja jälkeen-tilanteessa klo 19.30-19.45. Päiväliikenteessä liikennemäärät olivat alle 400 ajon/h. Kouvolan suunnan liikennemäärät vaihtelivat kaikilla mittausjaksoilla välillä 100-350 ajon/h.

Ajoneuvojen suuntajakauma Lappeenrantaan/Kouvolaan oli ennen-kuvauksissa päiväliikenteessä 55/45 ja perjantain menoliikenteen aikaan 65/35. Jälkeen-kuvauksissa vastaavat jakaumat olivat 54/46 ja 68/32.

Raskaiden ajoneuvojen osuus oli ennen-tilanteen päiväliikenteessä Lappeenrannan suuntaan keskimäärin 15 % (vaihteluväli 6-27 %) ja Kouvolan suuntaan keskimäärin 16 % (8-26 %). Perjantain menoliikenteen aikaan osuudet olivat pienemmät: Lappeenrantaan 9 % (4-15 %) ja Kouvolaan 13 % (7-31 %).

Jälkeen-kuvauksissa raskaita ajoneuvoja oli päiväliikenteessä Lappeenrannan suuntaan keskimäärin 15 % (vaihteluväli 8-22 %) ja Kouvolan suuntaan keskimäärin 17 % (10-28 %). Perjantain menoliikenteen aikaan vastaavat osuudet olivat 9 % (4-14 %) ja 15 % (7-28 %).



Kuva 6. Liikennemäärät rekisteritunnustutkimuksessa suunnittain.

4 NOPEUDET

4.1 Pistenopeudet

4.1.1 Pistenopeuksien keskiarvot ja keskihajonnat

Kaikkien ajoneuvojen aikajakauman keskinopeus eli pistenopeuksien aritmeettinen keskiarvo v_t suunnittain eri ajankohtina on esitetty taulukossa 9. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen keskinopeus on pääsääntöisesti hieman noussut. Päiväliikenteessä ero ennen-tilanteeseen vaihteli suunnittain eri kuukausina 0,1-2,1 km/h. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä keskinopeus oli jälkeen-tilanteessa vilkkaampaan suuntaan 0,8-2,7 km/h ja vastakkaiseen suuntaan 0,4-1,9 km/h suurempi kuin ennen-tilanteessa. Yöliikenteessä keskinopeuksissa ei ollut toukokuussa juurikaan muutosta, kesäkuussa keskinopeus oli molemmissa ajosuunnissa laskenut 1,2 km/h.

Perjantain menoliikenteessä keskinopeus vaihteli 15 minuutin jaksoissa ennen-tilanteessa välillä 91-104 km/h ja jälkeen-tilanteessa välillä 92-106 km/h. Sunnuntain paluuliikenteessä vastaavat arvot olivat 93-109 km/h ja 94-110 km/h. Päivä- ja yöliikenteessä keskinopeuden vaihteluväli oli suurempi.

Taulukko 9. Kaikkien ajoneuvojen aikajakauman keskinopeus v_t ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta			Aikajakauman keskinopeus v_t ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	97,5 (75,1-106,9)	97,6 (55,8-149,0)	98,8 (91,6-103,5)	101,0 (96,9-107,6)
		Jälkeen	99,6 (90,8-107,4)	98,0 (70,0-120,0)	100,7 (92,4-105,7)	101,4 (88,6-116,5)
	Kouvolaan	Ennen	97,4 (59,9-106,3)	97,6 (73,3-116,3)	97,2 (90,5-102,6)	101,2 (93,2-109,3)
		Jälkeen	99,1 (90,5-106,4)	98,0 (75,1-126,0)	99,1 (84,0-104,6)	102,0 (94,1-105,6)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	98,8 (91,2-107,6)	98,9 (72,0-124,0)	98,2 (90,8-103,0)	98,8 (92,3-105,5)
		Jälkeen	98,9 (87,6-109,2)	97,7 (68,1-111,0)	99,4 (95,4-105,8)	99,7 (93,9-104,8)
	Kouvolaan	Ennen	97,9 (86,6-105,9)	98,6 (81,5-119,3)	96,2 (89,4-101,4)	99,0 (93,7-103,1)
		Jälkeen	98,4 (89,2-110,5)	97,4 (62,3-125,0)	98,0 (92,5-106,6)	101,7 (95,6-109,9)

Nopeuden keskihajonta on molemmissa ajosuunnissa suurempi jälkeen-tilanteessa kuin ennen-tilanteessa (taulukko 10). Erot ovat eri kuukausina ja vuorokaudenaikoina kuitenkin pieniä, 0,1-1,4 km/h. Keskihajontojen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa oli päivällä ja yöllä suuri. Perjantain menoliikenteessäkin keskihajonta vaihteli ennen-tilanteessa välillä 6-20 km/h ja jälkeen-tilanteessa välillä 8-20 km/h, sunnuntain paluuliikenteessä vaihtelu oli 6-18 km/h ja 6-19 km/h.

Taulukko 10: Kaikkien ajoneuvojen nopeuden keskihajonta ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta			Nopeuden keskihajonta ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	11,7 (5,9-20,5)	13,3 (0,0-42,4)	11,5 (6,3-19,6)	9,3 (6,0-16,5)
		Jälkeen	12,7 (5,4-23,4)	14,5 (1,0-44,5)	12,5 (8,0-17,4)	10,3 (5,6-26,3)
	Kouvolaan	Ennen	11,8 (4,7-23,0)	12,7 (0,7-30,2)	10,8 (5,2-17,6)	8,5 (6,4-18,3)
		Jälkeen	11,9 (5,8-22,1)	13,9 (0,7-36,0)	11,9 (7,7-19,3)	9,8 (6,1-19,2)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	12,3 (6,1-22,1)	13,6 (0,7-36,5)	11,8 (7,4-16,6)	11,9 (6,1-22,4)
		Jälkeen	12,9 (5,6-22,9)	13,8 (1,5-45,5)	11,9 (7,7-19,9)	11,2 (6,8-18,4)
	Kouvolaan	Ennen	10,9 (6,5-20,0)	12,5 (0,0-38,2)	11,7 (6,1-23,6)	9,9 (6,0-13,0)
		Jälkeen	11,7 (5,6-20,2)	13,9 (0,7-45,4)	12,0 (8,0-18,1)	10,1 (7,7-14,6)

Vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen aikajakauman keskinopeudet v_t suunnittain eri ajankohtina on esitetty taulukoissa 11 ja 12. Ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista vapaiden ajoneuvojen keskinopeus vaihteli mittausjaksoittain ja ajosuunnittain päivällä 98,3-99,8:aan km/h. Yöllä keskinopeus oli sekä touko- että kesäkuussa molemmissa ajosuunnissa hieman pienempi kuin päivällä ja se vaihteli mittausjaksoittain ja ajosuunnittain 97,7-99,2:een km/h. Yöajan alhaisemmat keskinopeudet johtuvat todennäköisesti päiväaikaan suuremmasta raskaiden ajoneuvojen osuudesta. Suurimmat jaksokeskinopeudet vapailla ajoneuvoilla havaittiin ennen-tilanteessa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä vilkkaampaan ajosuuntaan (100,1-102,6 km/h). Vastakkaiseen ajosuuntaan eri mittausjaksojen keskinopeudet olivat 98,6-101,9 km/h.

Jonossa ajavien keskinopeus oli ennen-tilanteessa eri mittausjaksoilla ja ajosuunnissa päivällä 2,5-3,9 km/h ja ruuhka-aikoina 2,6-5,2 km/h pienempi kuin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus. Yöllä ero oli pienempi, 0,6-2,4 km/h.

Vapaiden ajoneuvojen keskinopeus ei muuttunut kovin paljon leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Ero ennen-tilanteeseen oli eri mittausjaksoilla ajosuunnittain -1,5 km/h ja +1,7 km/h välillä. Suurimmat erot havaittiin Lappeenrannan suunnan liikenteessä: suurin nopeuden nousu toukokuussa päiväliikenteessä ja suurin lasku kesäkuussa yöliikenteessä.

Jonossa ajavilla ajoneuvoilla muutokset olivat selkeämmät, nopeudet pääasiassa kasvoivat ennen-tilanteeseen verrattuna. Jälkeen-tilanteessa keskinopeus oli eri mittausjaksoilla päivällä 0,6-2,8 km/h, viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä vilkkaampaan suuntaan 1,4-3,5 km/h ja vähäliikenteisempään suuntaan 0,6-3,0 km/h suurempi kuin ennen-tilanteessa. Yöllä jonossa ajavien ajoneuvojen nopeudet olivat toukokuussa hieman nousseet ja kesäkuussa hieman laskeneet.

Ero vapaiden ja jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeuksien välillä pieneni leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Jonossa ajavien ajoneuvojen keskinopeus oli jälkeen-tilanteessa eri mittausjaksoilla ja ajosuunnissa päivällä 1,4-2,8 km/h ja viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä 0,9-2,7 km/h pienempi kuin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus. Yöliikenteessä toukokuussa Kouvolan suuntaan jonossa ajavien keskinopeus oli 0,4 km/h suurempi kuin vapaiden ajoneuvojen keskinopeus. Muilla mittausjaksoilla jonoajoneuvot ajoivat yöllä keskimäärin 0,1-1,5 km/h alhaisemmalla nopeudella kuin vapaat ajoneuvot.

Taulukko 11: Vapaiden ajoneuvojen aikajakauman keskinopeus v_t ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Aikajakauman keskinopeus v_t ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	98,3 (73,8-106,8)	97,7 (66,3-149,0)	100,1 (91,6-104,8)	101,9 (97,1-108,7)
		Jälkeen	100,0 (90,5-107,2)	98,0 (70,0-120,0)	101,1 (92,4-106,5)	101,7 (89,4-117,0)
	Kouvolaan	Ennen	98,6 (58,4-105,9)	97,9 (70,3-120,0)	99,2 (90,7-104,7)	102,6 (94,8-110,7)
		Jälkeen	99,7 (89,7-106,9)	97,9 (71,5-126,0)	100,1 (83,4-104,6)	102,9 (95,5-107,5)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	99,8 (90,5-107,3)	99,2 (72,0-124,0)	100,7 (92,7-104,6)	100,3 (92,1-107,0)
		Jälkeen	99,7 (88,2-109,2)	97,7 (68,1-111,0)	100,6 (96,4-105,8)	100,8 (93,3-105,2)
	Kouvolaan	Ennen	99,3 (90,8-106,0)	99,1 (81,5-119,3)	98,6 (92,1-102,6)	101,3 (97,0-104,9)
		Jälkeen	99,4 (90,7-109,6)	97,7 (62,3-125,0)	99,1 (93,2-105,9)	102,8 (95,8-108,1)

Taulukko 12: Jonossa ajavien ajoneuvojen aikajakauman keskinopeus v_t ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Aikajakauman keskinopeus v_t ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	95,8 (69,5-113,2)	97,1 (24,0-124,0)	97,5 (80,7-103,8)	99,1 (79,0-107,2)
		Jälkeen	98,6 (82,0-113,0)	97,9 (26,0-116,0)	100,2 (84,0-106,1)	100,7 (83,0-114,0)
	Kouvolaan	Ennen	94,9 (59,6-114,0)	96,3 (65,0-115,0)	94,8 (82,2-101,6)	99,8 (86,8-105,3)
		Jälkeen	97,7 (82,7-110,0)	98,3 (47,5-131,5)	97,5 (85,5-119,0)	101,2 (80,0-121,0)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	96,9 (76,5-112,7)	97,8 (67,0-122,0)	96,5 (88,6-105,4)	96,5 (84,2-103,3)
		Jälkeen	97,5 (84,2-111,0)	97,5 (66,0-120,0)	98,4 (78,0-106,3)	98,1 (90,7-106,2)
	Kouvolaan	Ennen	95,4 (80,4-110,5)	96,7 (70,0-122,0)	93,4 (84,1-108,0)	97,2 (91,0-103,2)
		Jälkeen	96,6 (80,6-117,0)	96,2 (69,3-121,0)	96,4 (83,0-117,0)	100,7 (91,0-113,9)

Sekä vapaiden että jonossa ajavien ajoneuvojen nopeuksien keskihajonnat pääasiassa kasvoivat leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen (taulukot 13 ja 14). Muutokset eivät vapaiden ajoneuvojen osalta olleet suuria, korkeintaan 1,2 km/h. Jonossa ajavilla keskihajonta oli kasvanut enemmän (1,0-2,3 km/h), varsinkin toukokuussa Lappeenrannan suuntaan.

Taulukko 13: Vapaiden ajoneuvojen nopeuden keskihajonta ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Nopeuden keskihajonta ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	12,0 (6,3-24,0)	13,5 (0,0-42,4)	12,2 (6,0-21,5)	9,6 (5,7-18,6)
		Jälkeen	12,6 (6,0-25,2)	14,5 (1,0-44,5)	12,2 (7,7-18,8)	10,7 (5,4-29,4)
	Kouvolaan	Ennen	11,9 (4,2-25,4)	13,0 (0,7-30,2)	11,5 (5,2-20,0)	8,9 (6,5-18,3)
		Jälkeen	11,8 (5,4-25,2)	13,8 (0,7-37,9)	12,1 (7,5-20,9)	9,7 (5,8-19,0)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	12,4 (6,6-22,2)	13,9 (0,7-36,5)	12,2 (6,9-19,3)	12,4 (4,4-24,5)
		Jälkeen	12,9 (5,5-24,1)	13,9 (1,5-45,5)	11,8 (7,2-22,9)	11,3 (6,2-20,9)
	Kouvolaan	Ennen	11,0 (6,2-22,3)	12,8 (0,0-38,2)	11,7 (6,1-23,8)	10,2 (5,6-15,5)
		Jälkeen	11,7 (6,4-23,6)	14,0 (0,7-45,4)	11,7 (6,9-22,0)	10,0 (6,7-16,1)

Taulukko 14: Jonossa ajavien ajoneuvojen nopeuden keskihajonta ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Nopeuden keskihajonta ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	10,7 (1,4-33,3)	12,1 (0,6-36,1)	10,6 (0,6-19,2)	8,5 (0,0-14,6)
		Jälkeen	12,8 (1,4-37,9)	14,4 (0,0-40,5)	12,7 (2,8-20,0)	9,5 (1,4-19,6)
	Kouvolaan	Ennen	11,4 (1,4-20,1)	11,1 (0,0-31,1)	9,5 (6,2-15,7)	8,0 (4,3-13,8)
		Jälkeen	11,8 (1,7-25,9)	14,3 (0,0-47,4)	11,4 (2,1-20,4)	9,8 (1,5-38,7)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	11,7 (1,7-31,6)	12,3 (0,0-43,8)	11,2 (1,5-21,9)	10,8 (3,7-23,3)
		Jälkeen	12,6 (2,1-35,9)	13,4 (0,6-36,4)	12,0 (7,0-23,0)	10,8 (1,7-17,9)
	Kouvolaan	Ennen	10,0 (0,7-20,8)	11,1 (0,6-24,8)	11,1 (1,4-27,2)	9,2 (5,4-15,5)
		Jälkeen	11,4 (0,6-24,0)	13,4 (0,0-44,6)	12,1 (2,6-19,0)	10,1 (4,2-18,2)

Ennen-tilanteessa vapaiden ajoneuvojen nopeuden keskihajonta oli kaikilla mittausjaksoilla ja ajosuunnissa 0,5-2,0 km/h suurempi kuin jonossa ajavien. Jäl-

keen-tilanteessa hajontaero oli lähes kaikissa tilanteissa joko pienentynyt tai muuttunut päinvastaiseksi ja se vaihteli välillä -0,8 – +1,2 km/h.

Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen matkajakauman keskinopeudet eli pistenopeuksien harmoniset keskiarvot v_s on esitetty suunnittain eri ajankohtina taulukoissa 15 ja 16. Vapaiden ajoneuvojen keskinopeus oli eri mittausjaksoilla ja ajosuunnissa 9-16 km/h suurempi kuin jonossa ajavien keskinopeus.

Taulukko 15: Kevyiden ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus v_s ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Matkajakauman keskinopeus v_s ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	98,5 (64,7-108,5)	101,3 (39,0-149,0)	98,2 (86,7-107,2)	101,0 (93,5-108,6)
		Jälkeen	99,8 (62,7-110,5)	99,9 (17,9-130)	100,1 (82,5-106,3)	101,3 (90,8-117,4)
	Kouvolaan	Ennen	98,9 (53,8-107,1)	102,3 (67,0-150,0)	98,1 (90,5-104,9)	101,5 (95,3-111,2)
		Jälkeen	99,5 (54,9-109,1)	100,9 (38,8-133,6)	99,7 (84,1-110,9)	100,9 (90,2-112,3)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	98,7 (81,3-108,0)	100,7 (44,5-137,0)	97,1 (86,5-105,1)	97,4 (75,9-105,8)
		Jälkeen	98,7 (70,2-107,9)	100,5 (16,6-135,0)	98,7 (87,4-106,7)	99,2 (85,7-105,6)
	Kouvolaan	Ennen	98,9 (71,8-106,6)	101,4 (73,6-140,0)	95,8 (75,5-105,7)	98,6 (90,5-102,9)
		Jälkeen	99,0 (34,0-112,1)	98,9 (16,4-124,5)	97,5 (83,2-109,3)	101,1 (53,4-108,5)

Taulukko 16: Raskaiden ajoneuvojen matkajakauman keskinopeus v_s ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina.

Mittausajankohta			Matkajakauman keskinopeus v_s ja vaihteluväli (km/h)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	84,4 (54,0-99,0)	86,4 (36,5-104,0)	85,4 (41,2-99,4)	89,3 (80,0-96,7)
		Jälkeen	84,8 (43,8-103)	85,5 (34,3-109)	84,3 (61,6-94,6)	87,9 (45,6-99,0)
	Kouvolaan	Ennen	85,0 (27,0-100,5)	86,3 (60,5-119,0)	86,3 (69,0-91,1)	88,0 (78,6-96,0)
		Jälkeen	86,6 (57,0-103,6)	86,7 (58,6-144)	87,0 (73,3-101,7)	90,4 (82,3-100,5)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	86,4 (55,2-102,8)	86,5 (51,2-108,0)	85,8 (62,5-96,9)	86,1 (40,2-101,5)
		Jälkeen	85,0 (53,9-109,0)	85,1 (43,3-106,0)	86,9 (68,7-100,6)	85,6 (53,7-105,0)
	Kouvolaan	Ennen	86,7 (50,8-110,0)	86,9 (65,2-103,0)	85,9 (59,5-92,0)	89,4 (78,8-96,2)
		Jälkeen	86,5 (55,1-123,0)	85,7 (40,5-111,0)	87,0 (73,8-110,4)	91,3 (77,6-111,5)

Kevyiden ajoneuvojen keskinopeus on leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen pysynyt päiväliikenteessä ennallaan tai noussut hieman (0,1-1,3 km/h). Perjantain menoliikenteessä keskinopeus on noussut toukokuussa 1,9 km/h ja kesäkuussa 1,6 km/h. Sunnuntain paluuliikenteessä vaikutus vaihteli eri mittausjaksoilla: toukokuussa keskinopeus on laskenut hieman (0,6 km/h) ja kesäkuussa noussut selvästi (2,5 km/h). Yöllä kevyiden ajoneuvojen keskinopeus on laskenut kaikilla mittausjaksoilla 0,2-2,5 km/h.

Poikkileikkauksen muutoksen vaikutus raskaiden ajoneuvojen keskinopeuteen vaihteli eri ajankohtina -1,4 km/h ja +1,9 km/h välillä. Päiväliikenteessä keskinopeudet nousivat toukokuussa, mutta laskivat kesäkuussa. Yöliikenteessä keskinopeus pääasiassa laski. Selkein keskinopeuden nousu havaittiin sunnuntain paluuliikenteessä (toukokuussa 2,4 km/h ja kesäkuussa 1,9 km/h).

4.1.2 Keskinopeuden ja keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä

Keskinopeuden v_s riippuvaisuutta liikennemäärästä suunnittain on tarkasteltu erikseen touko- ja kesäkuulta sekä molemmilta kuukausilta yhteensä. Kuvissa 7-9 on esitetty liikennemäärä-keskinopeus -havainnot sekä aineistoihin sovitettut regressiosuorat. Regressiosuorien yhtälöt ja selitysasteet ovat taulukossa 17. Tarkasteluun on otettu mukaan ne 15 minuutin aikajaksot, joissa keskinopeus oli 70-120 km/h.

Taulukko 17: Matkajakauman keskinopeuden v_s (km/h) riippuvaisuus liikennemäärästä q (ajon/h) suunnittain eri ajankohtina ja regressioyhtälöiden selitysasteet R^2 (%) ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen. Malli: $v_s = a + b \cdot q$.

Suunta ja ajankohta			a	b	R^2 (%)	Havaintojen lkm	q:n vaihtelu (ajon/h)
Lappeenrantaan	Toukokuu	Ennen	94,56	0,0091	1,9	722	4-515
		Jälkeen	94,06	0,0165	5,5	639	4-572
	Kesäkuu	Ennen	96,08	0,0012	0,0	678	4-673
		Jälkeen	93,88	0,0112	3,7	800	4-628
	Kaikki	Ennen	95,30	0,0048	0,7	1400	4-673
		Jälkeen	94,02	0,0129	4,1	1439	4-628
Kouvolaan	Toukokuu	Ennen	94,19	0,0170	7,5	726	4-540
		Jälkeen	93,89	0,0194	8,9	645	4-549
	Kesäkuu	Ennen	95,63	0,0047	1,0	684	4-720
		Jälkeen	94,12	0,0141	5,8	795	4-604
	Kaikki	Ennen	94,95	0,0098	3,4	1410	4-720
		Jälkeen	94,03	0,0162	7,0	1440	4-604

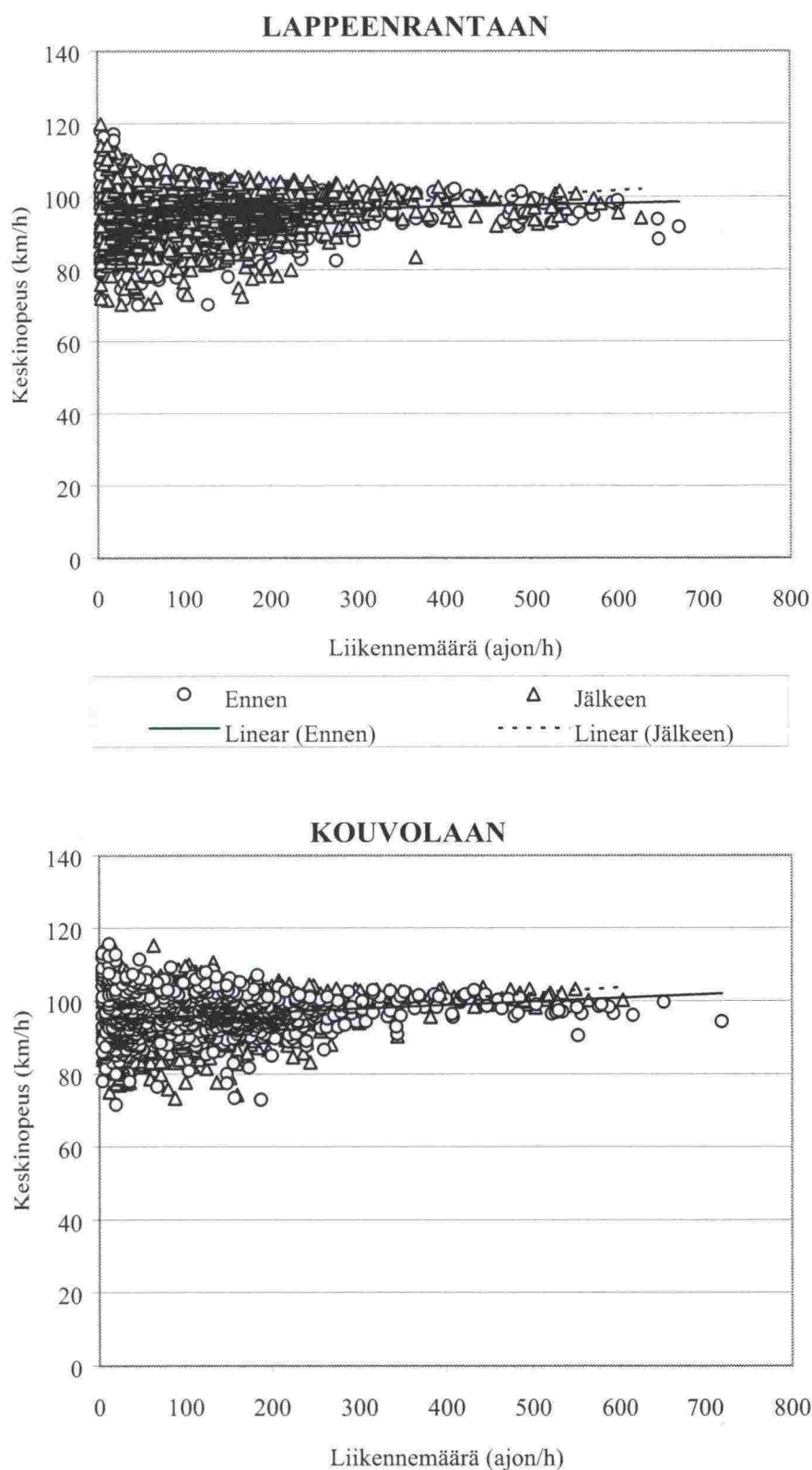
Mallien selitysasteet sekä yksittäisten selittäjien nollasta poikkeavuus testattiin tilastollisesti. Kaikki muut mallit ovat tilastollisesti hyväksyttävissä riskitasolla 0,05, paitsi Lappeenrannan suunnan malli kesäkuun ennen-tilanteessa. Samoin suorien yksittäiset selittäjät poikkeavat nollasta riskitasolla 0,05 kaikissa muissa malleissa.

Touko-kesäkuun yhdistettyjen aineistojen regressiosuorien kulmakertoimet ovat sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa positiivisia. Tulosten perusteella keskinopeus siis kasvaa liikennemäärän kasvaessa. Jälkeen -tilanteessa kulmakertoimet ovat suuremmat kuin ennen-tilanteessa ja erot ovat tilastollisesti merkitseviä riskitasolla 0,05. Ennen-tilanteessa keskinopeus kasvaa Lappeenrannan suuntaan noin 0,5 km/h ja jälkeen-tilanteessa noin 1,3 km/h, kun liikennemäärä kasvaa 100 ajon/h. Kouvolan suuntaan vastaavat arvot ovat 1,0 km/h ja 1,6 km/h. Havaittu keskinopeuden kasvu liikennemäärän kasvaessa johtuu siitä, että liikennemäärät olivat mittausaikana melko pienet. Suurten liikennemäärien vaikutus keskinopeuteen ei siten ole malleissa mukana.

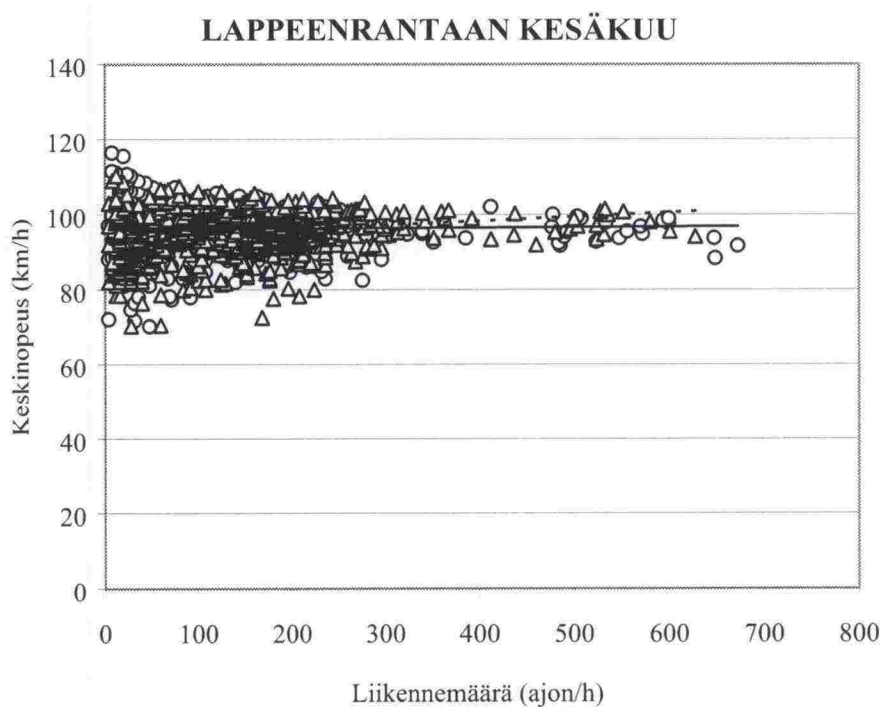
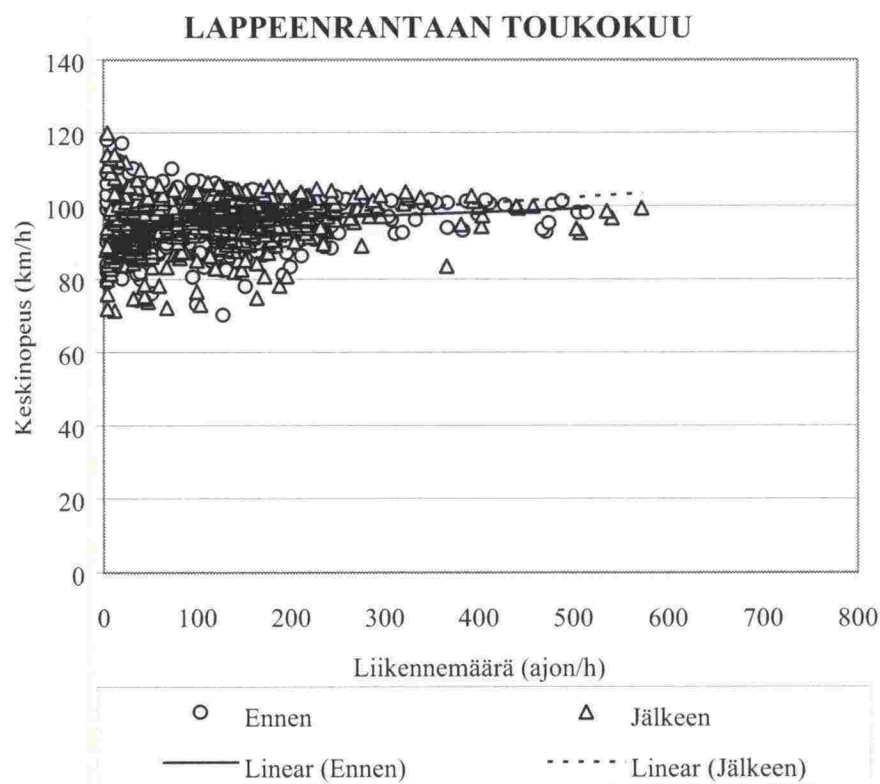
Keskinopeuden kasvu on sekä Lappeenrannan että Kouvolan suuntaan molemmissa poikkileikkaustyypeissä toukokuussa suurempi kuin kesäkuussa. Tässä yhteydessä on kuitenkin huomioitava, että Lappeenrannan suunnan regressiomalli kesäkuun ennen-tilanteessa ei ollut tilastollisesti hyväksyttävissä.

Regressiosuorien vakiotermit ovat jälkeen -tilanteessa pienemmät kuin ennen-tilanteessa. Vapaa nopeus on tulosten perusteella siis laskenut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen: Lappeenrannan suuntaan keskimäärin 1,3 km/h ja Kouvolan suuntaan 0,9 km/h. Erot ovat tilastollisesti merkitseviä riskitasolla 0,05. Suurten liikennemäärien puuttuminen malleista on saattanut vaikuttaa myös vapaan nopeuden arvoihin.

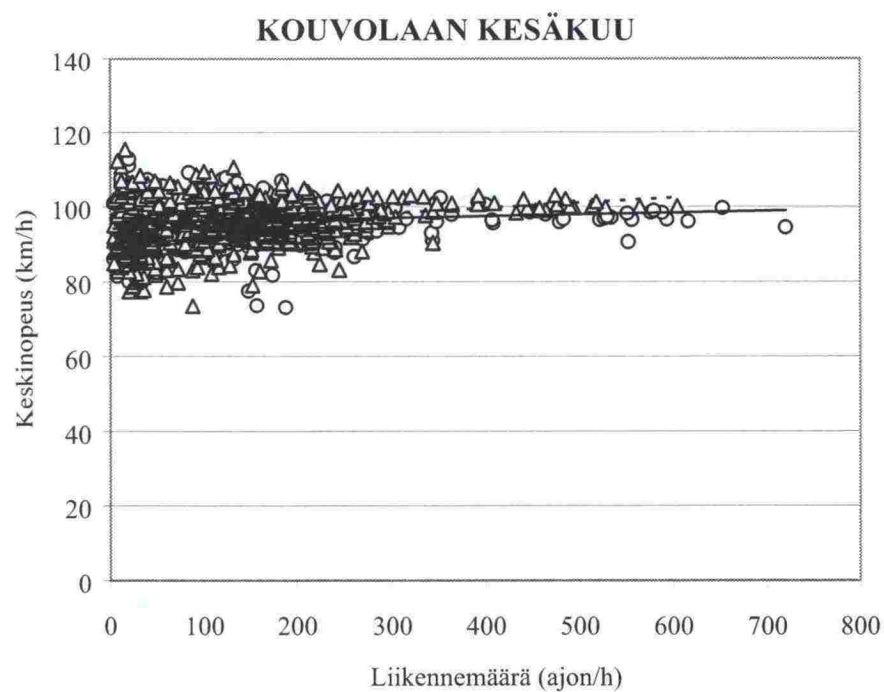
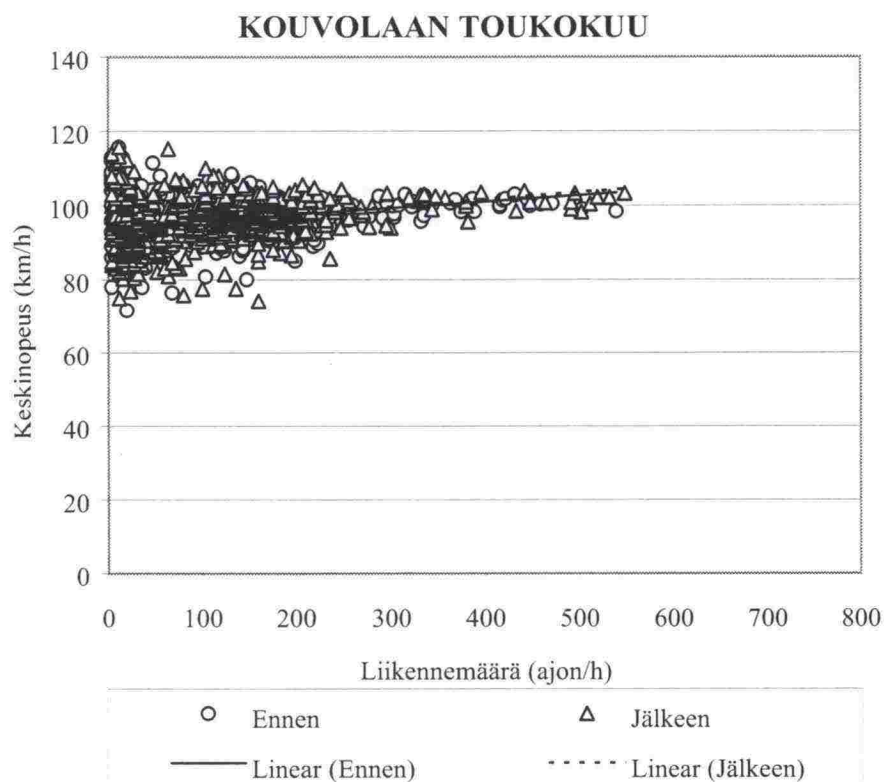
Kuvissa 10 ja 11 on esitetty nopeusjakauman keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä. Keskihajonnan suuren vaihtelun ja pienen liikennemääräalueen vuoksi aineistoille ei tehty regressioanalyysiä. Keskihajonnan suuri vaihtelu varsinkin Lappeenrannan suuntaan johtuu todennäköisesti suuresta raskaan liikenteen osuudesta ja painavassa lastissa ajavista raskaista ajoneuvoista. Kouvolan suuntaan raskaan liikenteen osuus on myös suuri, mutta ilman lastia ajavien raskaiden ajoneuvojen määrä luultavimmin suurempi kuin Lappeenrannan suunnassa ja keskihajonnan vaihtelu siten vähäisempi. Kuvien perusteella keskihajonnoissa ei ole kesäkuun mittausaineistoissa systemaattista eroa ennen- ja jälkeen-tilanteen välillä. Sen sijaan toukokuussa varsinkin Kouvolan suunnassa suurimmat keskihajonnan arvot havaittiin jälkeen-tilanteessa.



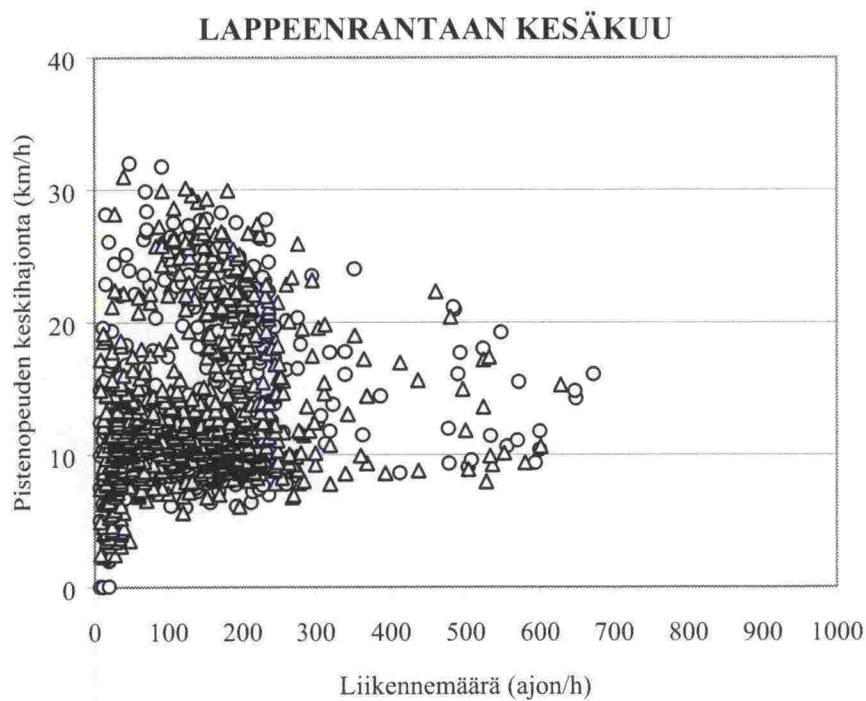
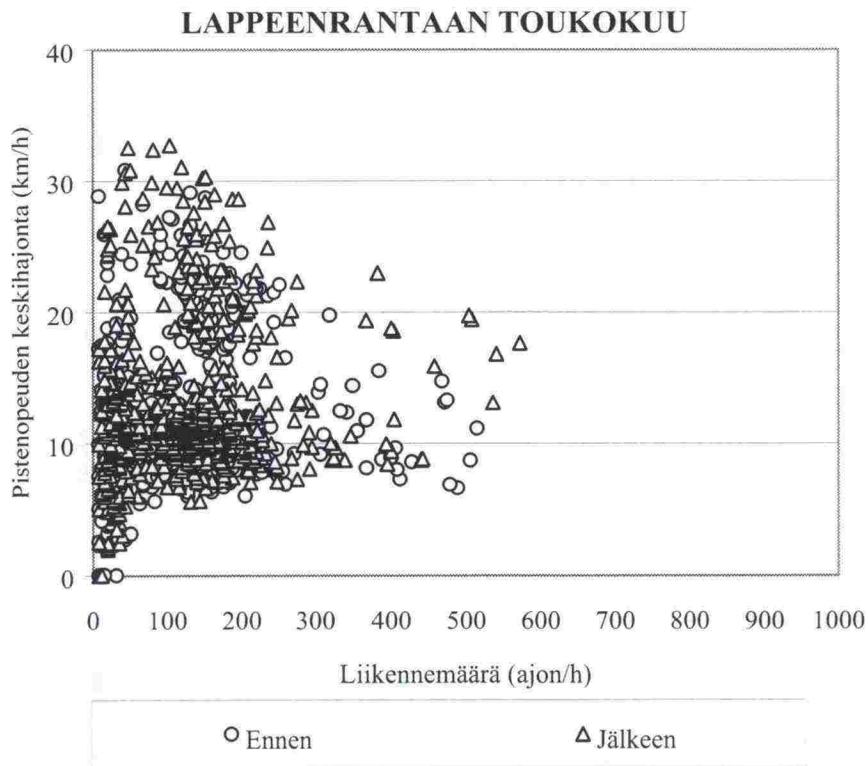
Kuva 7. Matkajakauman keskinopeuden v_s riippuvaisuus liikennemäärästä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.



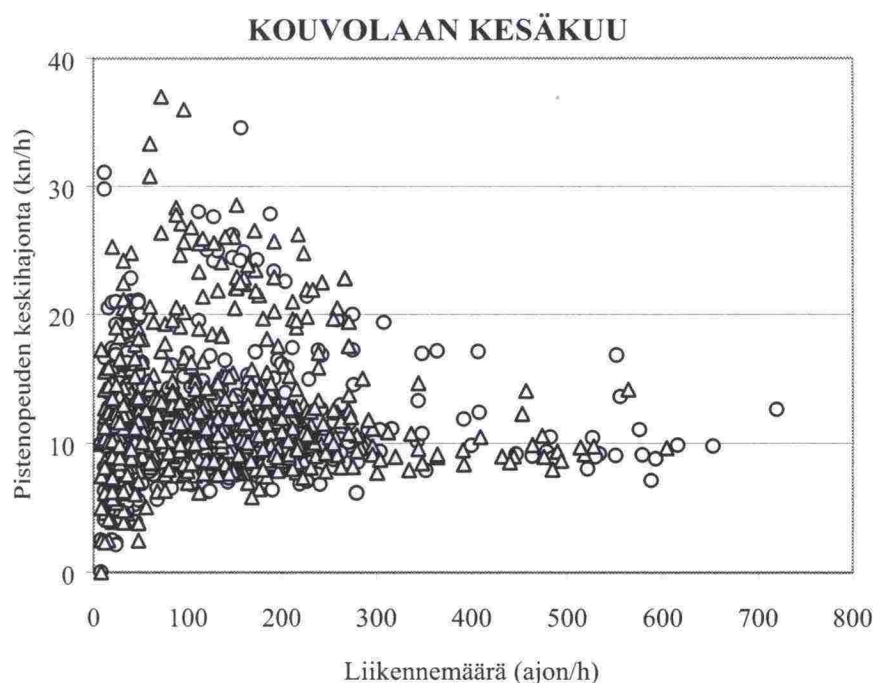
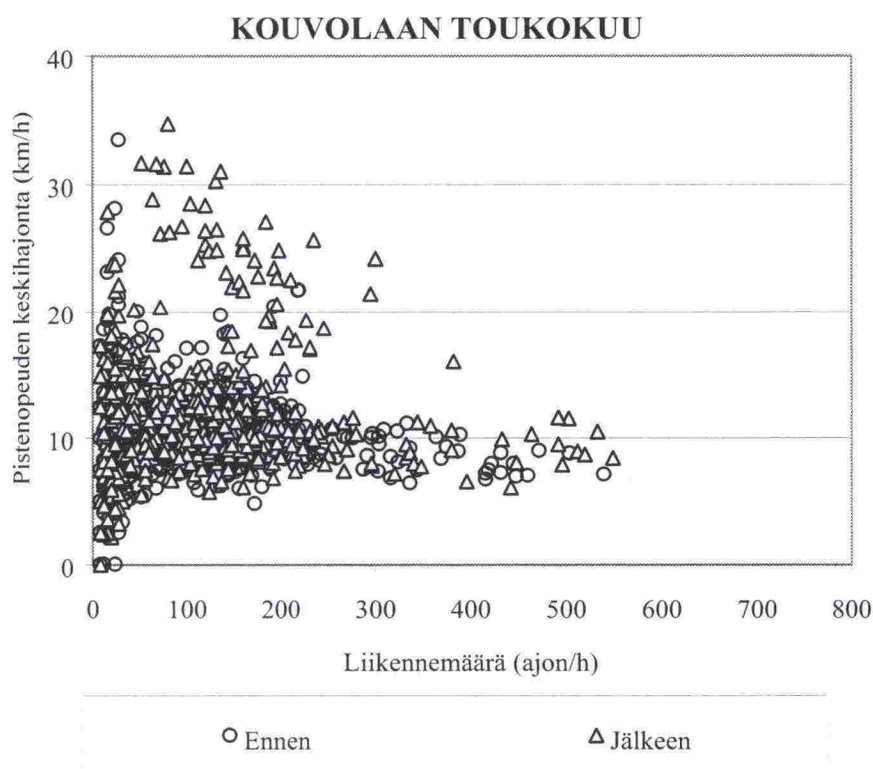
Kuva 8. Matkajakauman keskinopeuden v_s riippuvaisuus liikennemäärästä Lappeenrannan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.



Kuva 9. Matkajakauman keskinopeuden v_s riippuvaisuus liikennemäärästä Kouvolan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.



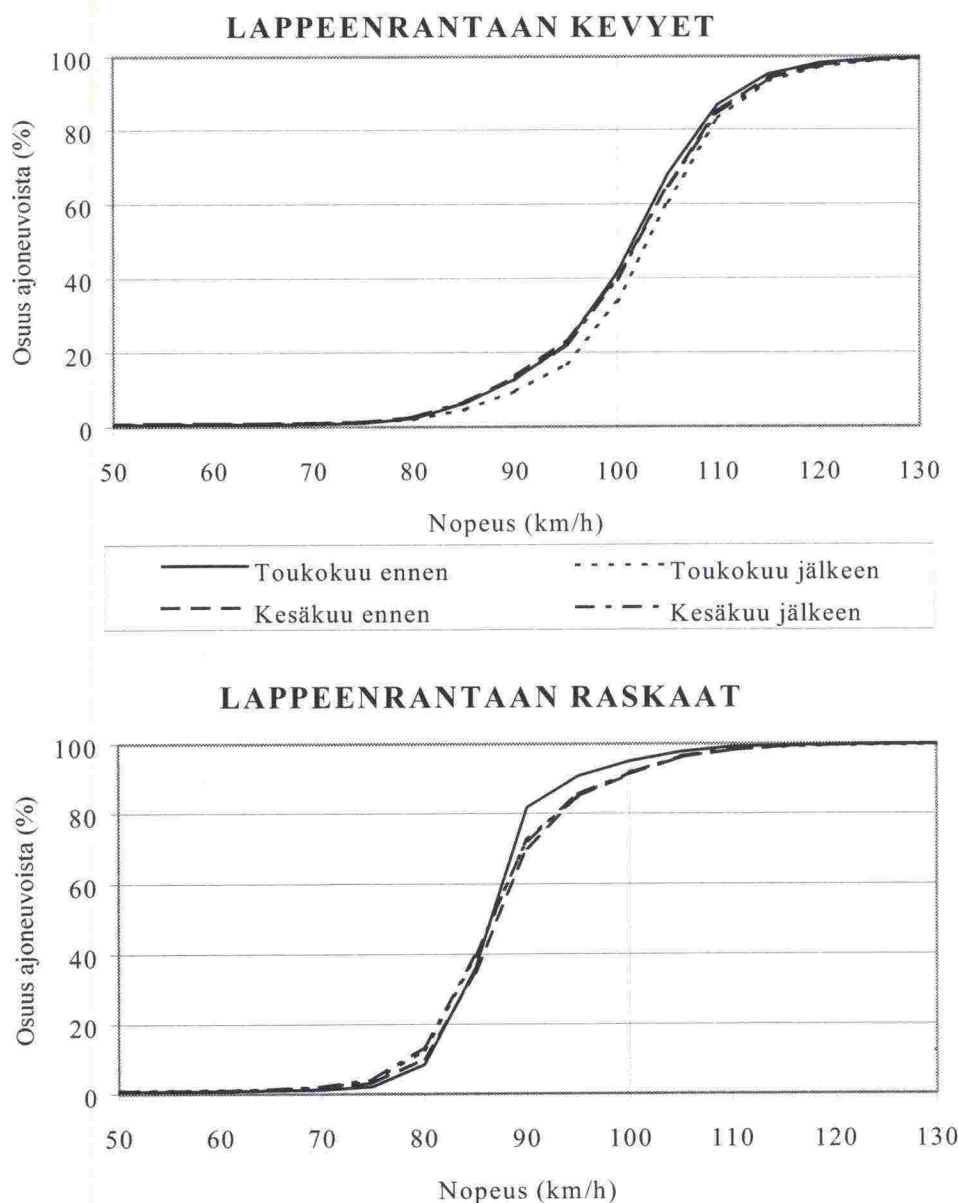
Kuva 10. Nopeuden keskihajonta Lappeenrannan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.



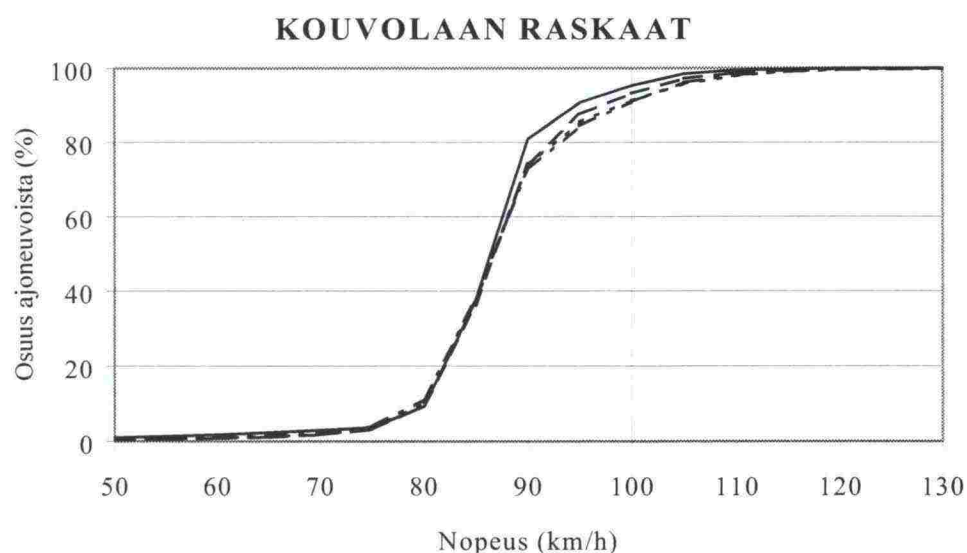
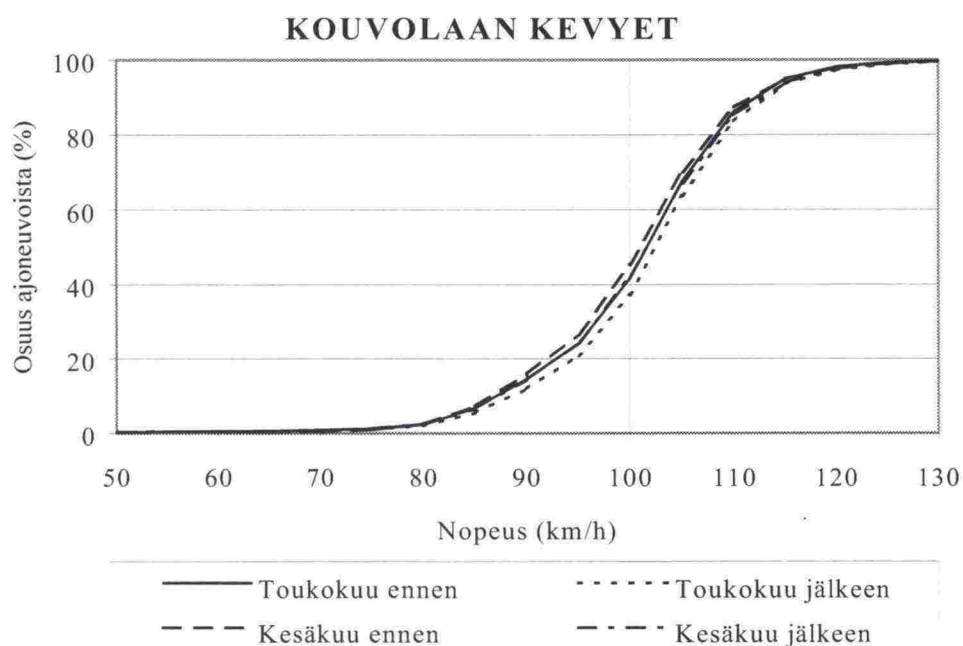
Kuva 11. Nopeuden keskihajonta Kouvolan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

4.1.3 Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeusjakaumat

Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeuksien jakaumat ennen- ja jälkeen-tilanteissa suunnittain eri mittausjaksoilla on esitetty kuvissa 12 ja 13. Kuvien perusteella kevyiden ajoneuvojen nopeusjakaumat ovat muuttuneet molemmissa ajosuunnissa toukokuussa lähinnä alhaisten nopeuksien osalta. Jakaumat ovat siirtyneet jälkeen-tilanteessa hieman oikealle, joten alhaisimmat nopeudet ovat hieman nousseet. Kesäkuussa ei jakaumissa ole juurikaan eroa. Raskaiden ajoneuvojen nopeusjakauma on siirtynyt etenkin toukokuussa jälkeen-tilanteessa oikealle jakauman yläpäässä, joten nopeudet ovat kasvaneet lähinnä suurten nopeuksien osalta.



Kuva 12. Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeuksien summakäyrät Lappeenrannan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.



Kuva 13. Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeuksien summakäyrät Kouvolan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Nopeusrajoituksen (100 km/h) ylittäneiden kevyiden ajoneuvojen osuus on kasvanut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Ennen-tilanteessa ylinopeutta ajoi toukokuussa Lappeenrantaan 59 % ja Kouvolaan 58 % kuljettajista. Jälkeen -tilanteessa vastaavat luvut olivat 67 % ja 63 %. Kesäkuun ennen-mittauksissa nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus oli Lappeenrantaan 60 % ja Kouvolaan 55 %, jälkeen-mittauksissa vastaavasti 61 % ja 58 %.

Nopeusrajoituksen ylittäneiden raskaiden ajoneuvojen osuus on kasvanut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen Lappeenrannan suuntaan

toukokuussa 5 %:sta 8 %:iin, kesäkuussa osuus on laskenut hieman (9 % -> 8 %). Kouvolan suuntaan ylinopeutta ajaneiden osuus on kasvanut molemmilla mittausjaksoilla, toukokuussa 5 %:sta 9 %:iin ja kesäkuussa 7 %:sta 9 %:iin.

Kevyiden ajoneuvojen v_{50} - ja v_{85} -nopeudet ovat säilyneet lähes ennallaan leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen kumpaankin ajosuuntaan (taulukot 18 ja 19). Jälkeen-tilanteessa nopeudet ovat 0-2 km/h tunnissa suuremmat kuin ennen-tilanteessa. Jo ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista v_{50} -nopeus oli yli 100 km/h. Ennen-tilanteessa v_{85} -nopeudet olivat kaikilla mittausjaksoilla ja ajosuunnissa 110 km/h, jälkeen-tilanteessa v_{85} -nopeudet olivat 110-111 km/h.

Raskaiden ajoneuvojen v_{50} -nopeuksissa ei ole tapahtunut juurikaan muutosta, v_{85} -nopeudet ovat sen sijaan nousseet lähes kaikilla mittausjaksoilla. Ero ennen-tilanteeseen on toukokuussa Lappeenrannan suuntaan 3 km/h ja Kouvolan suuntaan 4 km/h. Kesäkuun jälkeen-tilanteessa v_{85} -nopeus on Kouvolan suuntaan kasvanut 2 km/h, Lappeenrannan suuntaan sen sijaan laskenut 1 km/h. Jälkeen-tilanteessa v_{85} -nopeudet olivat 95-96 km/h.

Taulukko 18: Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeuksien v_{50} -arvot suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

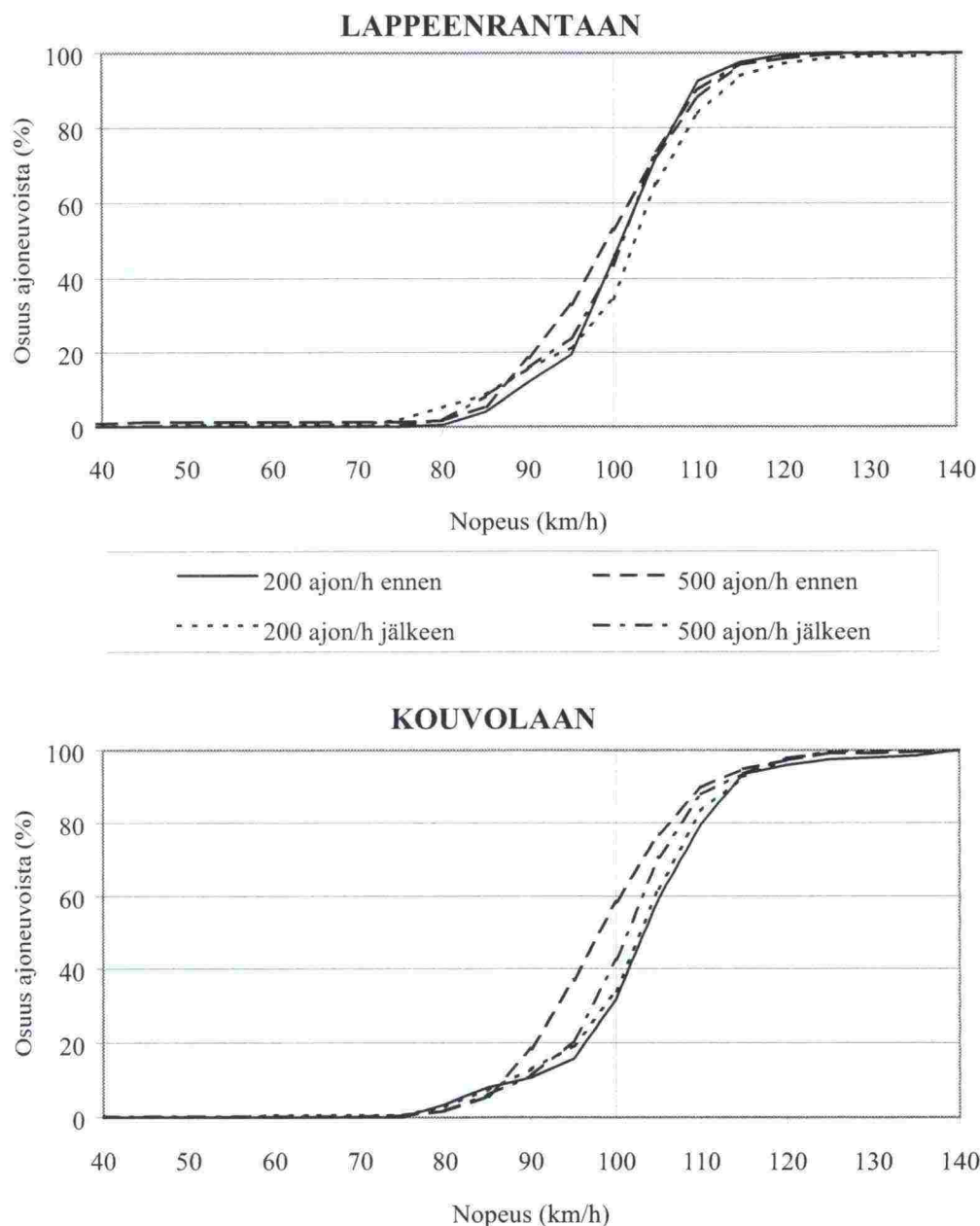
Mittausajankohta		Lappeenrantaan		Kouvolaan	
		Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
Toukokuu	Ennen	102,0	87,0	102,0	87,0
	Jälkeen	104,0	87,0	103,0	87,0
Kesäkuu	Ennen	102,0	88,0	101,0	87,0
	Jälkeen	103,0	87,0	102,0	87,0

Taulukko 19: Kevyiden ja raskaiden ajoneuvojen pistenopeuksien v_{85} -arvot suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta		Lappeenrantaan		Kouvolaan	
		Kevyet	Raskaat	Kevyet	Raskaat
Toukokuu	Ennen	110,0	92,0	110,0	91,0
	Jälkeen	111,0	95,0	111,0	95,0
Kesäkuu	Ennen	110,0	96,0	110,0	94,0
	Jälkeen	111,0	95,0	110,0	96,0

4.1.4 Pistenopeusjakaumat eri liikennemäärillä

Pistenopeusjakaumat suunnittain 60 minuutin aikajaksoista liikennemäärillä 200 ajon/h ja 500 ajon/h on esitetty kuvassa 14. Aikajaksot valittiin siten, että poikkeama liikennemääräluokasta oli korkeintaan 20 ajon/h ja 15 minuutin liikennemäärät jakson sisällä olivat samaa suuruusluokkaa. Lisäksi raskaiden ajoneuvojen osuus on kaikissa valituissa tunnin jaksoissa alle 10 %.



Kuva 14. Pistenopeuksien summakäyrät liikennemäärillä 200 ja 500 ajon/h ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Kuvan perusteella nopeustaso on pääsääntöisesti suurempi liikennemäärän ollessa 200 ajon/h kuin 500 ajon/h. Jälkeen-tilanteessa summakäyrät ovat siirtyneet oikealle, joten nopeustaso on suurempi kuin ennen-tilanteessa. Muutos ei ole kovin suuri, kun liikennemäärä on 200 ajon/h. Liikennemäärän ollessa 500 ajon/h, on nopeustason nousu varsinkin Kouvolan suuntaan alhaisten nopeuksien osalta selkeä.

4.1.5 Suuret pistenopeudet

Silmukkamittauspisteessä vähintään 30 km/h ylinopeutta ajaneiden ajoneuvojen osuus suunnittain on taulukossa 20. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen suurta ylinopeutta ajaneiden osuus on kasvanut toukokuussa, kesäkuussa muutos on hyvin pieni. Vähintään 130 km/h ajavien osuus toukokuussa Lappeenrannan suuntaan oli ennen-tilanteessa 4/1000 ajoneuvoa ja jälkeens-tilanteessa 7/1000 ajoneuvoa. Kouvolaan suuntaan vastaavat osuudet olivat 4/1000 ajoneuvoa ja 5/1000 ajoneuvoa.

Taulukko 20: Silmukkamittauspisteessä vähintään 30 km/h ylinopeutta ajaneiden ajoneuvojen osuus ja lukumäärä suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Nopeus (km/h)			Havaintojen lkm yht
			130-139	140-149	150 tai enemmän	
Touko- kuu	Lappeen- rantaan	Ennen	0,239 % (48)	0,090 % (18)	0,050 % (10)	20054
		Jälkeen	0,468 % (89)	0,121 % (23)	0,068 % (13)	19002
	Kouvolaan	Ennen	0,254 % (50)	0,071 % (14)	0,020 % (4)	19715
		Jälkeen	0,374 % (68)	0,082 % (15)	0,055 % (10)	18192
Kesä- kuu	Lappeen- rantaan	Ennen	0,336 % (76)	0,093 % (21)	0,031 % (7)	22651
		Jälkeen	0,377 % (103)	0,110 % (30)	0,037 % (10)	27316
	Kouvolaan	Ennen	0,339 % (76)	0,062 % (14)	0,031 % (7)	22435
		Jälkeen	0,313 % (80)	0,102 % (26)	0,023 % (6)	25563

4.2 Matkanopeudet

4.2.1 Matkanopeuksien keskiarvot ja keskihajonnat

Ajoneuvojen keskimääräiset matkanopeudet ja niiden vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri mittauspäivinä on esitetty *taulukoissa 21 ja 22*. Matkanopeuksien keskiarvo on noussut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen Kouvolan suuntaan, kun tarkastellaan kaikkia ajoneuvotyypppejä yhdessä. Keskiarvo on päiväliikenteessä noin 1 km/h ja perjantain menoliikenteen aikaan noin 2 km/h suurempi kuin aikaisemmin. Ero on perjantain menoliikenteen aikaan tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0,05, päiväliikenteessä ei. Lappeenrannan suuntaan matkanopeuksien keskiarvo ei ole päiväliikenteessä muuttunut, perjantain menoliikenteessä se on kasvanut 1,0 km/h. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan keskimääräiset matkanopeudet vaihtelivat 15 minuutin jaksoissa ennen-tilanteessa välillä 94-100 km/h ja jälkeen-tilanteessa välillä 95-100 km/h. Kouvolan suuntaan vaihteluväli oli ennen-tilanteessa 91-100 km/h ja jälkeen-tilanteessa 94-102 km/h.

Raskaiden ajoneuvojen matkanopeuksien keskiarvo on noussut hieman Kouvolan suuntaan sekä päivällä (+0,9 km/h) että perjantain menoliikenteen aikaan (+0,6 km/h). Lappeenrannan suuntaan matkanopeus on laskenut hieman sekä päiväliikenteessä (-0,8 km/h) että perjantain menoliikenteessä (-0,3 km/h).

Kouvolan suuntaan kevyiden ajoneuvojen matkanopeuksien keskiarvo on noussut enemmän kuin raskaiden ajoneuvojen. Päiväliikenteessä ero ennen-tilanteeseen on 1,4 km/h ja perjantain menoliikenteen aikaan 2,5 km/h. Lappeenrannan suuntaan päiväliikenteessä ei ole juurikaan muutosta, perjantain menoliikenteessä matkanopeuden keskiarvo on noussut 1,1 km/h.

Taulukko 21: Ajoneuvojen keskimääräinen matkanopeus ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Lappeenrannan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Matkanopeus (km/h)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	99,7 (97,1-102,3)	99,7 (96,3-102,2)	98,0 (95,0-101,2)	99,1 (96,2-101,3)
La	91,8 (79,6-99,6)	92,7 (84,1-100,0)	90,4 (84,0-98,4)	96,2 (90,1-101,7)
Ha/pa + pv	87,8 (79,2-96,2)	86,6 (81,4-93,7)	88,0 (81,8-96,5)	87,8 (82,3-95,8)
Ka	85,6 (77,2-91,1)	85,3 (81,4-101,9)	86,7 (77,1-93,3)	84,7 (65,4-93,2)
Ka + pv	86,2 (82,9-90,0)	85,9 (83,3-89,8)	86,4 (81,0-88,8)	84,8 (80,7-88,4)
Pa	95,7 (85,2-101,0)	94,6 (89,9-99,0)	94,3 (88,6-100,7)	95,5 (88,6-101,5)
Kevyet	99,2 (96,2-101,8)	99,3 (96,0-101,1)	97,7 (94,8-100,8)	98,8 (96,1-101,0)
Raskaat	87,0 (83,0-92,4)	86,2 (84,1-92,3)	87,3 (83,2-92,5)	87,0 (82,3-91,0)
Kaikki	97,2 (94,3-100,2)	97,2 (93,5-99,2)	96,8 (93,6-100,3)	97,8 (95,2-100,1)

Taulukko 22: Ajoneuvojen keskimääräinen matkanopeus ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Kouvolan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Matkanopeus (km/h)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	99,1 (93,2-102,3)	100,3 (97,6-102,8)	96,9 (92,3-102,0)	99,5 (96,5-104,8)
La	94,2 (85,2-104,4)	95,0 (87,3-111,4)	93,1 (84,0-105,9)	94,7 (89,9-100,9)
Ha/pa + pv	87,2 (77,7-105,2)	85,9 (82,3-88,8)	86,2 (77,5-99,4)	88,3 (82,7-95,8)
Ka	86,5 (79,1-94,3)	88,1 (84,1-92,1)	87,1 (82,0-96,6)	86,3 (80,4-90,6)
Ka + pv	85,7 (77,7-89,7)	87,4 (84,5-89,3)	87,1 (83,6-89,9)	87,0 (82,4-89,9)
Pa	94,4 (85,2-107,5)	97,2 (82,2-105,3)	94,0 (82,6-105,1)	96,5 (90,6-106,5)
Kevyet	98,6 (93,1-102,5)	100,0 (97,0-102,9)	96,7 (92,0-101,6)	99,2 (96,0-104,3)
Raskaat	87,2 (79,9-91,7)	88,1 (85,2-90,8)	87,3 (80,4-92,3)	87,9 (83,4-95,8)
Kaikki	96,7 (90,7-99,9)	98,0 (94,2-101,1)	95,4 (91,0-100,1)	97,4 (93,9-102,0)

Ajoneuvojen matkanopeuksien keskihajonnat ajosuunnittain eri mittausjaksoilla ovat taulukossa 23. Keskihajonnoissa on tapahtunut vain pieniä muutoksia (-0,3-+0,3 km/h). Lappeenrannan suuntaan keskihajonta on kasvanut perjantain menoliikenteessä, päiväliikenteessä se on pysynyt ennallaan. Kouvolan suuntaan keskihajonta on sekä päivällä että perjantain menoliikenteen aikaan jälkeentilanteessa pienempi kuin ennen-tilanteessa. Kouvolan suuntaan myös keskihajonnan 15 minuutin aikajaksoihin perustuva vaihteluväli on kaventunut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen.

Taulukko 23: Ajoneuvojen keskimääräisen matkanopeuden keskihajonta ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajosuunta	Matkanopeuden keskihajonta (km/h)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Lappeenrantaan	8,6 (6,6-10,9)	8,6 (6,6-11,6)	7,4 (5,6-9,4)	7,7 (5,8-10,2)
Kouvolaan	8,9 (5,2-10,5)	8,7 (7,4-9,6)	8,5 (5,0-10,9)	8,2 (5,5-10,6)

Kuva 15. Keskimääräisen matkanopeuden riippuvaisuus liikennemäärästä suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

*Taulukko 24: Keskimääräisen matkanopeuden v (km/h) riippuvaisuus liikennemäärästä q (ajon/h) suunnittain ja regressiosuorien selitysasteet R^2 (%) ennen leveäkaistaisen tien rakentamista ja sen jälkeen. Malli: $v = a + b * q$.*

Suunta ja ajankohta		a	b	R^2 (%)	Havaintojen lkm	q:n vaihtelu (ajon/h)
Lappeenrantaan	Ennen	97,55	-0,0012	1,5	48	176-720
	Jälkeen	96,73	0,0020	3,7	36	216-656
Kouvolaan	Ennen	97,43	-0,0057	1,7	48	132-360
	Jälkeen	96,75	0,0034	1,2	36	120-336

Regressiosuorien vakiotermit poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi nolasta riskitasolla 0,05. Vapaa matkanopeus on leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen laskenut hieman. Ero ennen-tilanteeseen oli Lappeenrannan suuntaan 0,8 km/h ja Kouvolan suuntaan 0,7 km/h. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Jälkeen-tilanteessa vapaa matkanopeus oli molempiin ajosuuntiin 97 km/h.

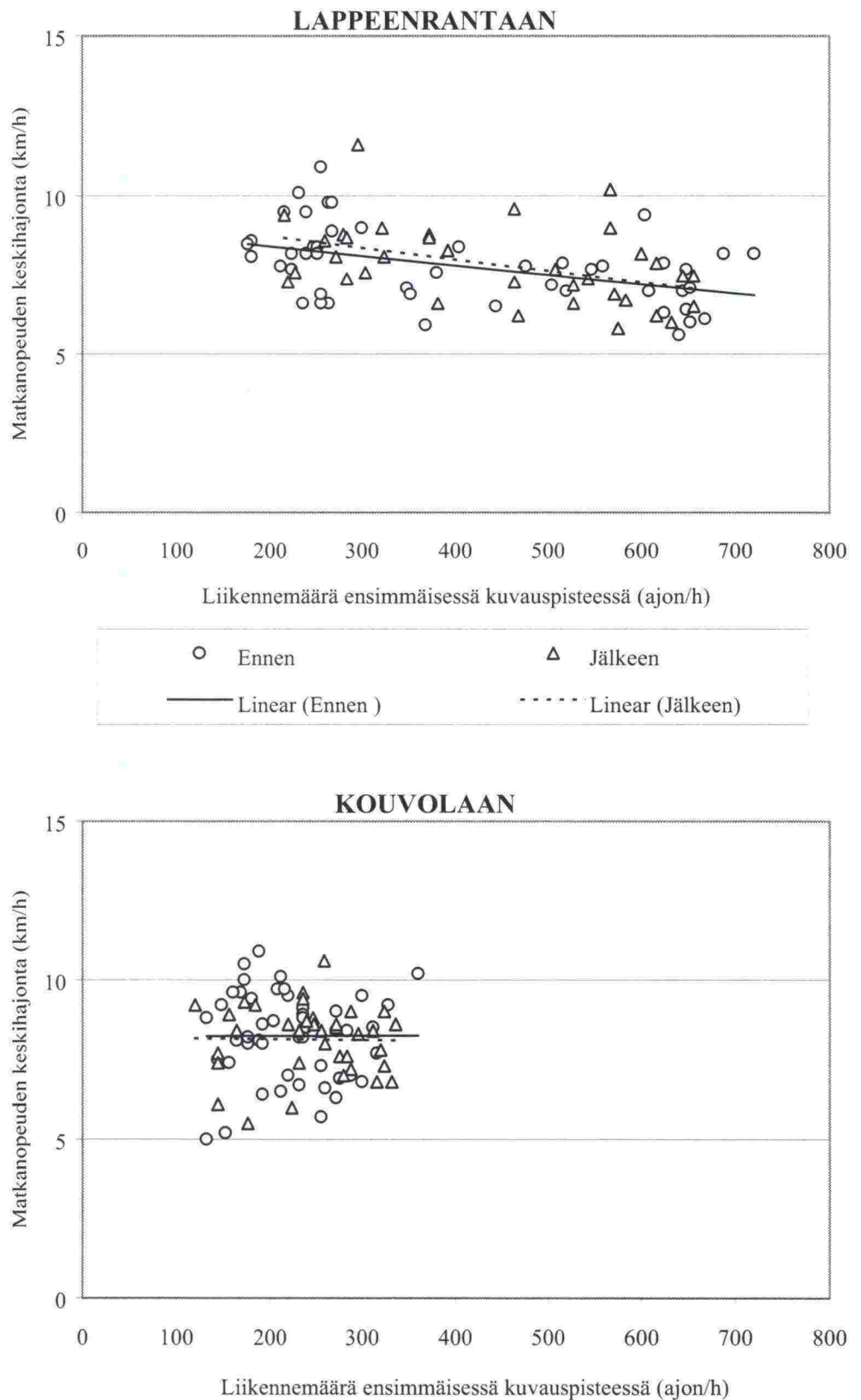
Matkanopeuden keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä ajosuunnittain on esitetty kuvassa 16 ja aineistoihin sovitettujen regressiosuorien yhtälöt taulukossa 25. Lappeenrannan suunnan mallit ovat tilastollisesti hyväksyttävissä riskitasolla 0,05. Kouvolan suunnan regressiosuorien selitysasteet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen matkanopeuden keskihajonta on kasvanut hieman Lappeenrannan suuntaan kaikilla havaituilla liikennemäärillä. Muutos on suurin, kun liikennemäärä on pieni. Ero regressiosuorien vakiotermissä on noin 0,5 km/h, mutta se ei ole tilastollisesti merkitsevä. Matkanopeuden keskihajonta pienenee liikennemäärän kasvaessa, jälkeen-tilanteessa voimakkaammin kuin ennen-tilanteessa. Muutos keskihajonnassa oli ennen-tilanteessa 0,30 km/h ja jälkeen-tilanteessa 0,36 km/h liikennemäärän kasvaessa 100 ajon/h. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Kouvolan suuntaan liikennemäärällä ei voi selittää rekisteritunnustutkimuksessa havaittua matkanopeuden keskihajonnan vaihtelua. Liikennemäärät olivat Kouvolan suuntaan tutkimusaikana melko pienet. Regressiosuorien vakiotermien ero ennen- ja jälkeen-tilanteissa oli hyvin pieni, eikä se ollut tilastollisesti merkitsevä.

*Taulukko 25: Matkanopeuden keskihajonnan δ (km/h) riippuvaisuus liikennemäärästä q (ajon/h) suunnittain ja regressiosuorien selitysasteet R^2 (%) ennen leveäkaistaisen tien rakentamista ja sen jälkeen. Malli: $\delta = a + b * q$.*

Suunta ja ajankohta		a	b	R^2 (%)	Havaintojen lkm	q:n vaihtelu (ajon/h)
Lappeenrantaan	Ennen	9,02	-0,0030	20,7	48	176-720
	Jälkeen	9,48	-0,0036	18,4	36	216-656
Kouvolaan	Ennen	8,23	0,0001	0,0	48	132-360
	Jälkeen	8,21	-0,0003	0,0	36	120-336



Kuva 16. Matkanopeuden keskihajonnan riippuvaisuus liikennemäärästä suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

5 JONOT

5.1 Jonossa ajavien osuus eri ajankohtina

Jonossa ajavien ajoneuvojen osuus suunnittain eri ajankohtina on esitetty *taulukossa 26*. Jonokriteerinä on käytetty 5 sekunnin aikaväliä edellä ajavaan ajoneuvoon. Jonon ensimmäistä ajoneuvoa ei ole laskettu jonoon kuuluvaksi.

Taulukko 26: Jonossa ajavien ajoneuvojen osuus keskimäärin ja osuuden vaihtelu 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta			Jonossa ajavien osuus ja vaihteluväli (%)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	31,1 (3,8-54,4)	15,7 (0-50,0)	49,9 (0-66,7)	32,7 (0-53,6)
		Jälkeen	30,3 (4,3-43,5)	16,2 (0-46,9)	50,1 (0-69,1)	33,1 (8,3-49,2)
	Kouvolaan	Ennen	31,6 (5,9-52,8)	16,9 (0-50,0)	45,7 (0-64,2)	50,8 (0-68,1)
		Jälkeen	30,8 (0-53,8)	17,2 (0-50,0)	38,4 (0-56,7)	52,4 (10,0-68,8)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	35,1 (0-55,1)	18,8 (0-47,7)	59,3 (20,0-80,0)	42,1 (7,7-59,3)
		Jälkeen	34,6 (0-54,8)	20,8 (0-47,5)	54,6 (14,3-75,7)	40,3 (10,0-53,6)
	Kouvolaan	Ennen	35,6 (0-55,6)	22,1 (0-56,4)	46,3 (0-64,0)	57,6 (15,8-73,3)
		Jälkeen	35,6 (5,3-45,8)	19,3 (0-50,0)	42,5 (0-60,5)	53,1 (0-71,6)

Päiväliikenteessä keskimääräinen jonoprosentti ei ole leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen juurikaan muuttunut. Keskimäärin jonossa ajoi päivällä jälkeen-tilanteessa 30-36 % kuljettajista ajosuunnasta ja ajankohdasta riippuen. Yöliikenteessä jonossa ajavien osuus on kesäkuussa kasvanut Lappeenrannan suuntaan 2 %-yksikköä ja laskenut Kouvolaan suuntaan 3 %-yksikköä. Toukokuun yöliikenteessä ei ole tapahtunut juurikaan muutosta. Yöllä eri mittausjaksojen keskimääräiset jonoprosentit olivat jälkeen-tilanteessa 16-21 %.

Toukokuussa perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan ajavien jonoprosentti ei ole juurikaan muuttunut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen, sunnuntain paluuliikenteessä jonoprosentti on kasvanut noin 2 %-yksikköä. Kesäkuussa sen sijaan viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä ajavien keskimääräinen jonoprosentti on pienentynyt lähes 5 %-yksikköä. Keskimäärin jälkeen-tilanteessa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä ajoi jonossa 50-55 % kuljettajista.

Kesäkuussa perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan jonoprosentti vaihteli 15 minuutin jaksoissa ennen-tilanteessa 20-80 %:iin ja jälkeen-tilanteessa 14-76 %:iin. Sunnuntain paluuliikenteessä jonoprosentti vaihteli kesäkuussa ennen-

tilanteessa 16-73 %:iin ja jälkeen-tilanteessa 0-72 %:iin. Toukokuussa vastaavat arvot olivat selvästi pienemmät. Päivällä ja yöllä jonoprosentin maksimiarvot olivat alle 57 %.

Perjantain menoliikennettä vastaan ajavien joukossa keskimääräinen jonoprosentti on pienentynyt toukokuussa 7 %-yksikköä ja kesäkuussa 4 %-yksikköä. Sunnuntain paluuliikennettä vastaan ajavien jonoprosentti ei ole toukokuussa juurikaan muuttunut, kesäkuussa se on pienentynyt noin 2 %-yksikköä. Jälkeen-tilanteessa viikonlopun meno- ja paluuliikennettä vastaan ajavista 33-43 % ajoi jonossa eri mittausjaksoilla.

5.2 Jonossa ajavien osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä

Liikennevirran ollessa satunnaista voidaan jonossa ajavien ajoneuvojen osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä laskea *yhtälöstä (1)*. Menetelmä on osoittautunut käyttökelpoiseksi, vaikka todellisuudessa liikenne ei ole täysin satunnaista.

$$p = 100(1 - e^{-qt}), \text{ jossa} \quad (1)$$

p = jonoprosentti

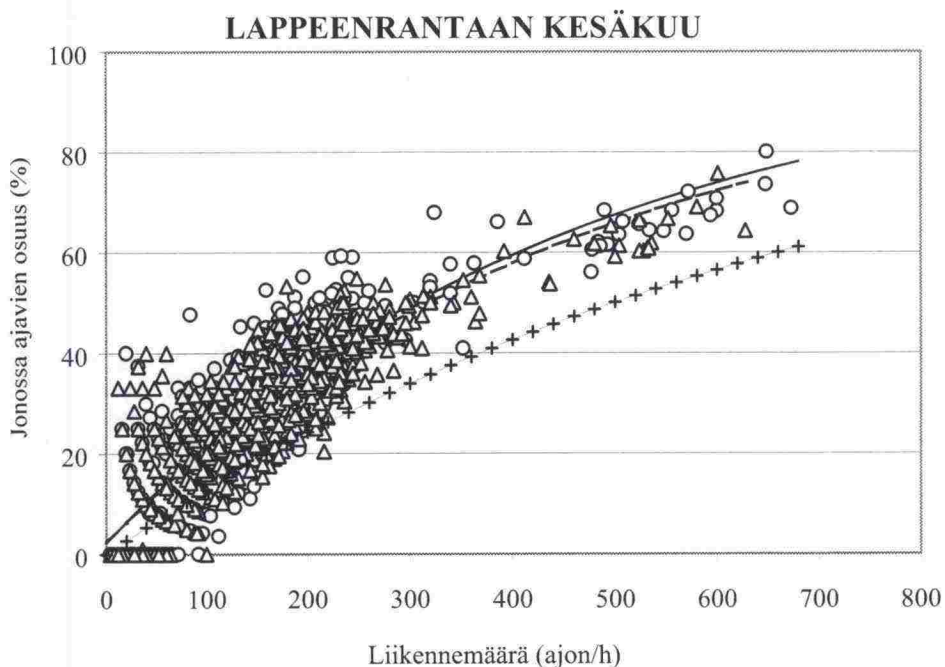
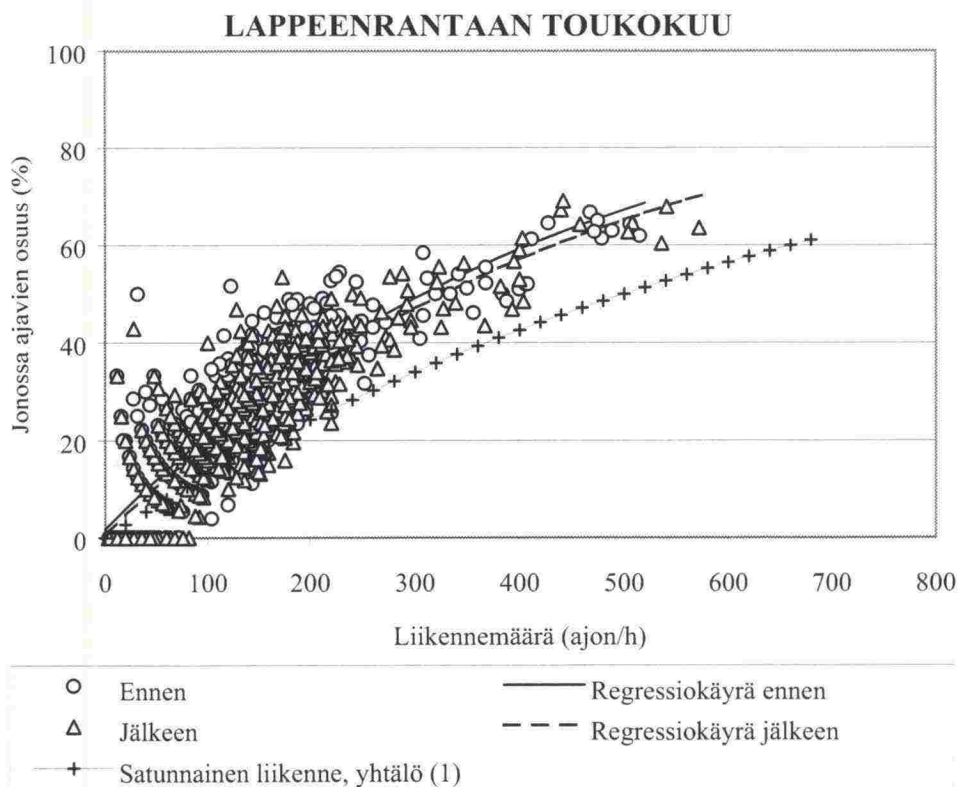
q = liikennemäärä (ajon/s)

t = jonokriteeri (s).

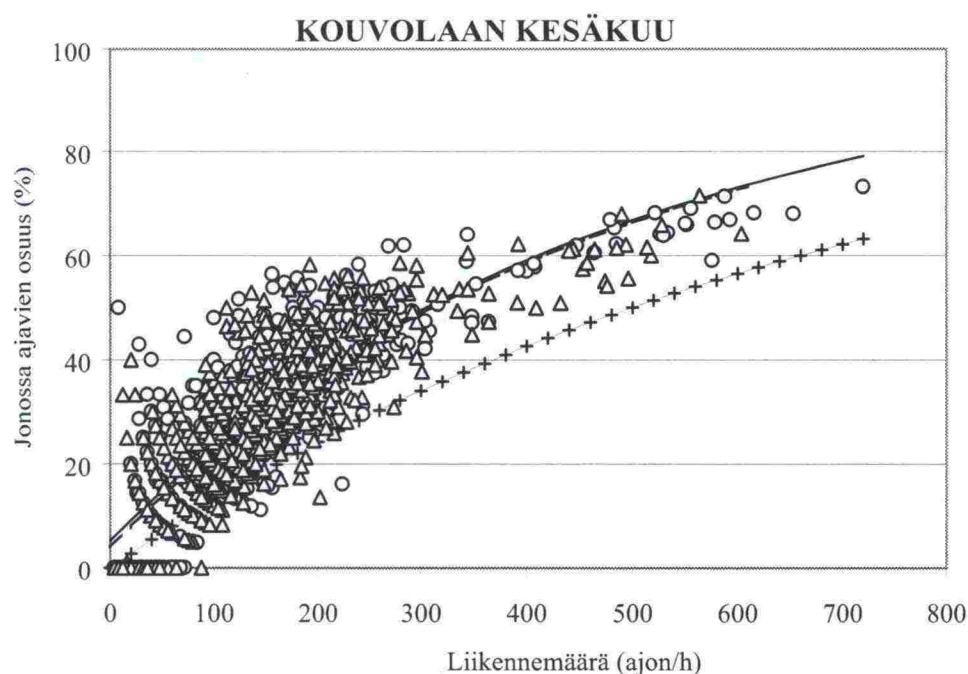
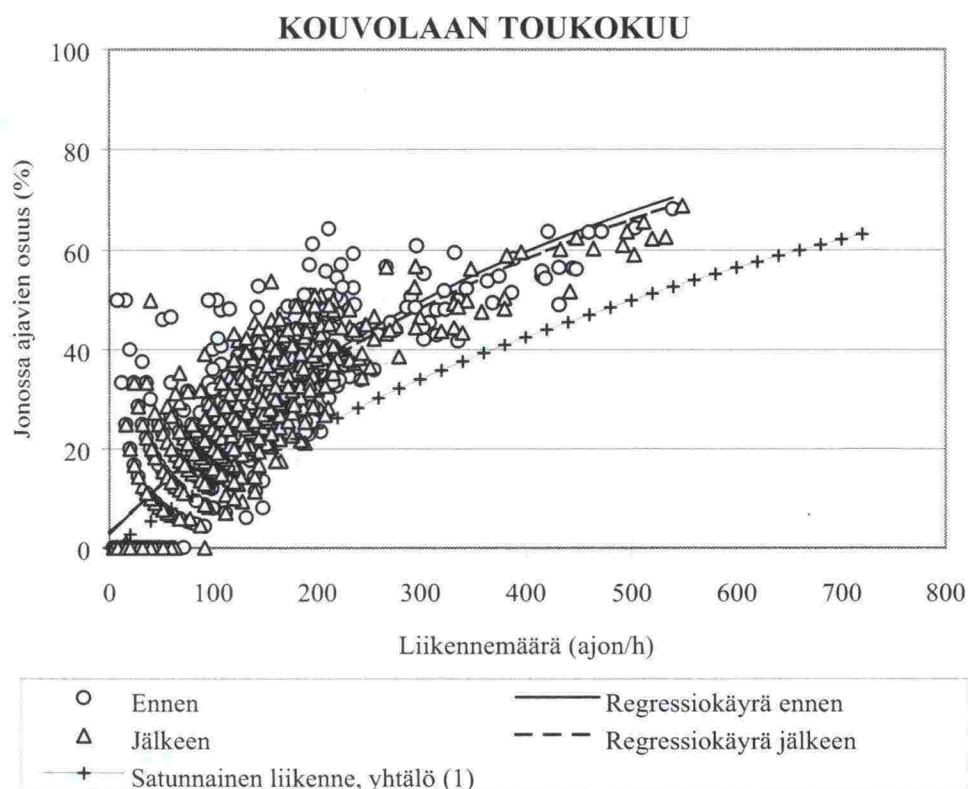
Silmukkamittausaineistoissa jonoprosentin riippuvaisuus ajosuunnan liikennemäärästä on *kuvien 17 ja 18* mukainen. Kuviissa olevien regressiokäyrien määrittämisessä on käytetty mallina *yhtälön (1)* mukaisesti vapaiden ajoneuvojen osuuden (100-p) luonnollisen logaritmin lineaarista riippuvaisuutta liikennemäärästä. Mallien parametrit ja selitysasteet on esitetty *taulukossa 27*. Selitysasteet vaihtelivat välillä 70,6-81,0. *Kuvissa 17 ja 18* on esitetty myös *yhtälöstä (1)* saatu satunnaisten liikenteen jonoprosentin ja liikennemäärän välinen riippuvaisuus. Mittausaineistojen jonoprosentit ovat kaikilla liikennemäärillä sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa suuremmat kuin satunnaisten liikenteen *yhtälöstä* laskettu jonoprosentti.

Taulukko 27: Vapaiden ajoneuvojen osuuden (100-p) luonnollisen logaritmin riippuvaisuus liikennemäärästä q (ajon/h) suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen tien rakentamista ja sen jälkeen. Malli: $\ln(100-p) = a + b \cdot q$.

Suunta ja ajankohta			a	b	R ² (%)	Havain- tojen lkm	q:n vaihtelu (ajon/h)
Lap- peen- rantaan	Touko- kuu	Ennen	4,59	-0,0022	77,5	732	4-515
		Jälkeen	4,60	-0,0021	80,4	649	4-572
	Kesä- kuu	Ennen	4,58	-0,0022	81,0	684	4-673
		Jälkeen	4,58	-0,0021	80,5	804	4-628
Kou- volaan	Touko- kuu	Ennen	4,58	-0,0022	70,6	732	4-540
		Jälkeen	4,57	-0,0021	76,1	649	4-549
	Kesä- kuu	Ennen	4,55	-0,0021	76,0	684	4-720
		Jälkeen	4,56	-0,0021	74,6	804	4-604



Kuva 17. Jonossa ajavien ajoneuvojen osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä Lappeenrannan suuntaan sekä satunnaisen liikenteen jonoprosentin riippuvaisuus liikennemäärästä.



Kuva 18. Jonossa ajavien ajoneuvojen osuuden riippuvaisuus liikennemäärästä Kouvolan suuntaan sekä satunnaisen liikenteen jonoprosentin riippuvaisuus liikennemäärästä.

Jonoprosentti on pienentynyt hieman leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Ero ennen-tilanteeseen ei kuitenkaan ole kovin suuri. Regressiokäyrän perusteella esimerkiksi ajosuunnan liikennemäärän ollessa 500 ajon/h ajoi toukokuussa Lappeenrannan suuntaan ennen-tilanteessa 67 % ja jälkeen-tilanteessa 65 % ajoneuvoista jonossa. Kouvolan suuntaan vastaavat luvut ovat 68 % ja 66 %. Kesäkuussa 500 ajon/h liikennemäärällä tulee jonoprosentiksi Lappeenrannan suuntaan ennen-tilanteessa 68 % ja jälkeen-tilanteessa 66 %. Kouvolan suuntaan vastaavat prosentit ovat 67 % ja 66 %.

5.3 Jonon keskipituus

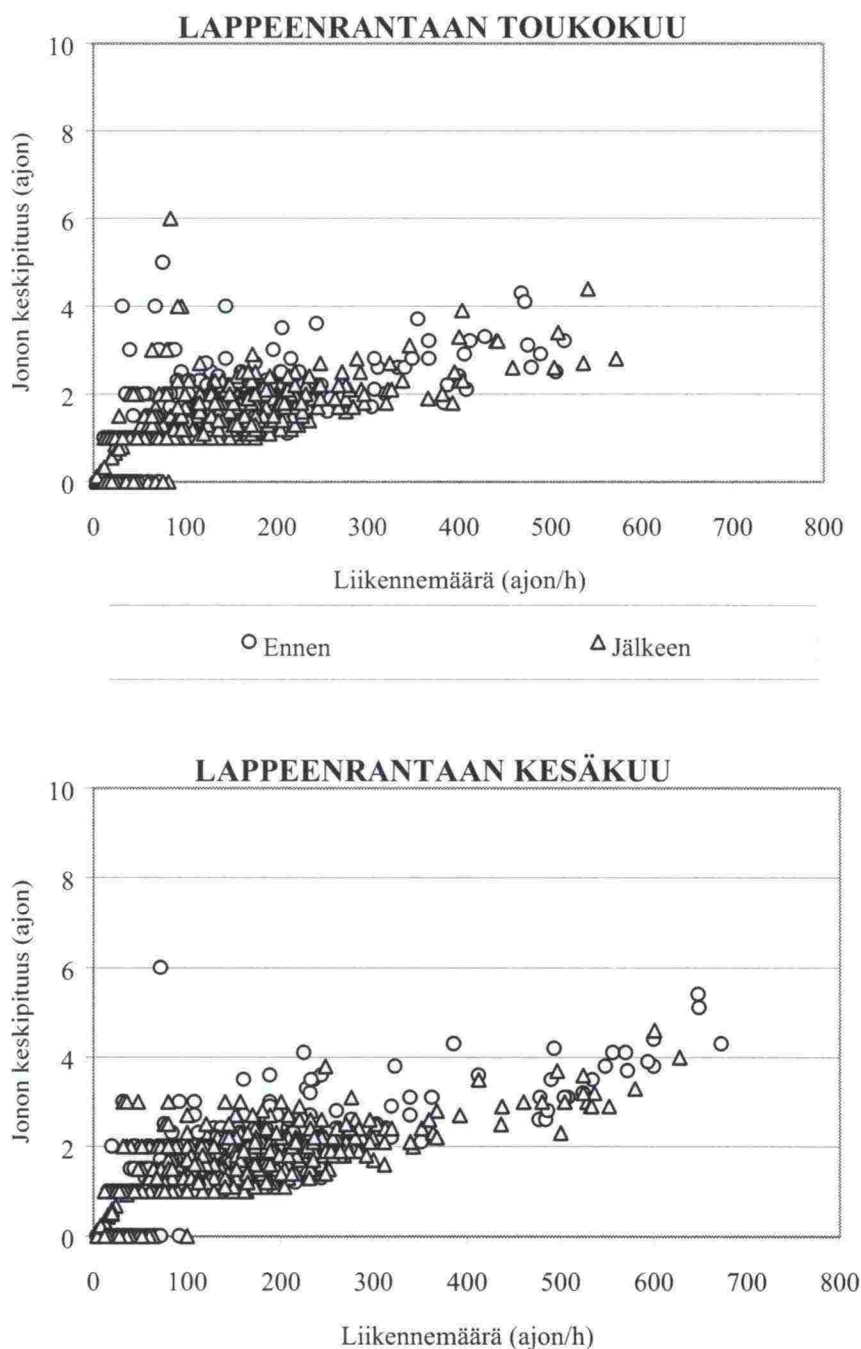
Jonon keskipituus ja sen vaihtelu 15 minuutin jaksoissa suunnittain eri ajankohdina ovat taulukossa 28. Päivä- ja yöliikenteessä jonon keskipituus ei ole juurikaan muuttunut ennen-tilanteesta. Keskipituus oli päivällä 1,6-1,8 ajoneuvoa ja yöllä 1,3-1,5 ajoneuvoa ajosuunnasta ja mittausjaksosta riippuen.

Jonon keskipituudet ovat säilyneet lähes ennallaan, noin 2,5 ajoneuvossa, viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä toukokuussa. Kesäkuussa jonon keskipituus on noin 0,5 ajoneuvoa pienempi kuin aikaisemmin. Jälkeen-tilanteessa jonon keskipituus oli perjantain menoliikenteessä 2,7 ajoneuvoa ja sunnuntain paluuliikenteessä 2,5 ajoneuvoa. Jonon keskipituus on pienentynyt perjantain menoliikenteen aikaan Kouvolaan suuntaan 0,5 ajoneuvolla toukokuussa ja 0,2 ajoneuvolla kesäkuussa. Sunnuntain paluuliikenteen aikaan Lappeenrannan suuntaan jonon keskipituudessa ei ole toukokuussa juurikaan muutosta, kesäkuussa keskipituus on pienentynyt 0,2 ajoneuvolla. Jälkeen-tilanteessa jonon keskipituus oli viikonlopun meno- ja paluuliikenteen aikaan vähäliikenteisempään ajosuuntaan pääasiassa hieman suurempi kuin päivällä ja se vaihteli 1,6-2,2 ajoneuvon.

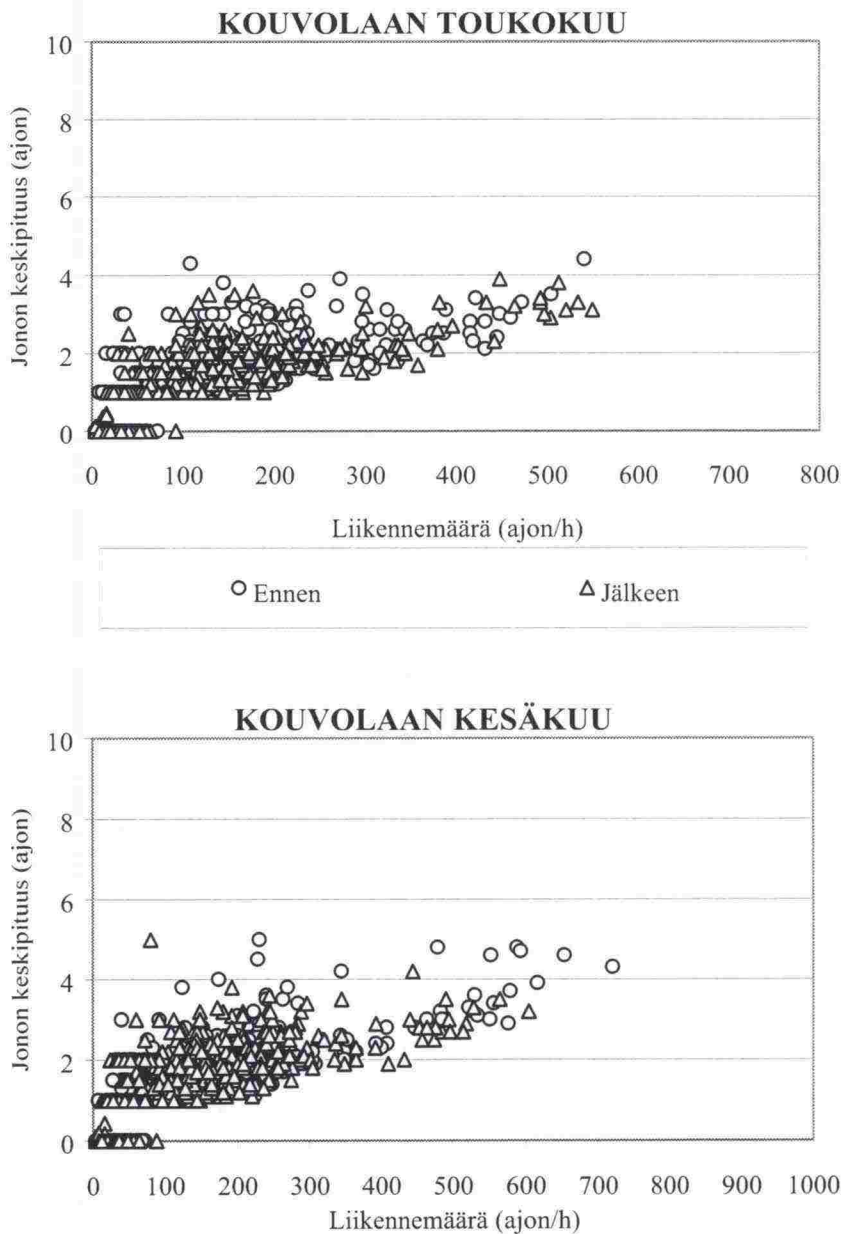
Taulukko 28: Jonon keskipituus ja sen vaihtelu 15 minuutin jaksoissa suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Mittausajankohta ja -suunta			Jonon keskipituus (ajon)			
			Päivä	Yö	Viikonlopun meno- ja paluuliikenne	
					Perjantai	Sunnuntai
Toukokuu	Lappeenrantaan	Ennen	1,6 (1,0-5,0)	1,3 (0-4,0)	2,5 (0-4,3)	1,7 (0-2,5)
		Jälkeen	1,6 (1,0-2,9)	1,4 (0-6,0)	2,4 (0-4,4)	1,6 (1,0-3,0)
	Kouvolaan	Ennen	1,7 (1,0-4,3)	1,4 (0-3,0)	2,3 (0-3,9)	2,5 (0-4,4)
		Jälkeen	1,6 (0-3,6)	1,3 (0-3,0)	1,8 (0-2,6)	2,5 (1,0-3,9)
Kesäkuu	Lappeenrantaan	Ennen	1,7 (0-3,6)	1,4 (0-6,0)	3,2 (1,0-5,4)	2,1 (1,0-4,1)
		Jälkeen	1,7 (0-3,8)	1,5 (0-3,0)	2,7 (1,0-4,6)	1,9 (1,0-3,1)
	Kouvolaan	Ennen	1,7 (0-5,0)	1,5 (0-3,0)	2,4 (0-4,5)	2,9 (1,3-4,8)
		Jälkeen	1,8 (1,0-5,0)	1,4 (0-3,0)	2,2 (0-3,8)	2,5 (0-4,2)

Jonon keskipituuden riippuvaisuus liikennemäärästä on esitetty *kuvissa 19 ja 20*. Liikenteen ollessa satunnaista jonon keskipituus kasvaa teorian mukaan eksponentiaalisesti liikennemäärän funktiona. Mittausaineiston liikennemäärät olivat niin vähäiset, että pisteistöihin ei sovitettu regressiokäyriä. Jonon keskipituuksissa eri liikennemäärillä ei *kuvien 19 ja 20* perusteella näytä olevan selkeätä eroa ennen- ja jälkeen-tilanteiden välillä. Jonon keskipituudet olivat mittausajan liikennemäärillä pääasiassa alle 4 ajoneuvoa. Yli 4 ajoneuvon pituiset jonot ovat lähes kaikki ennen-tilanteen havaintoja.



Kuva 19. Jonon keskipituuden riippuvaisuus liikennemäärästä Lappeenrannan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

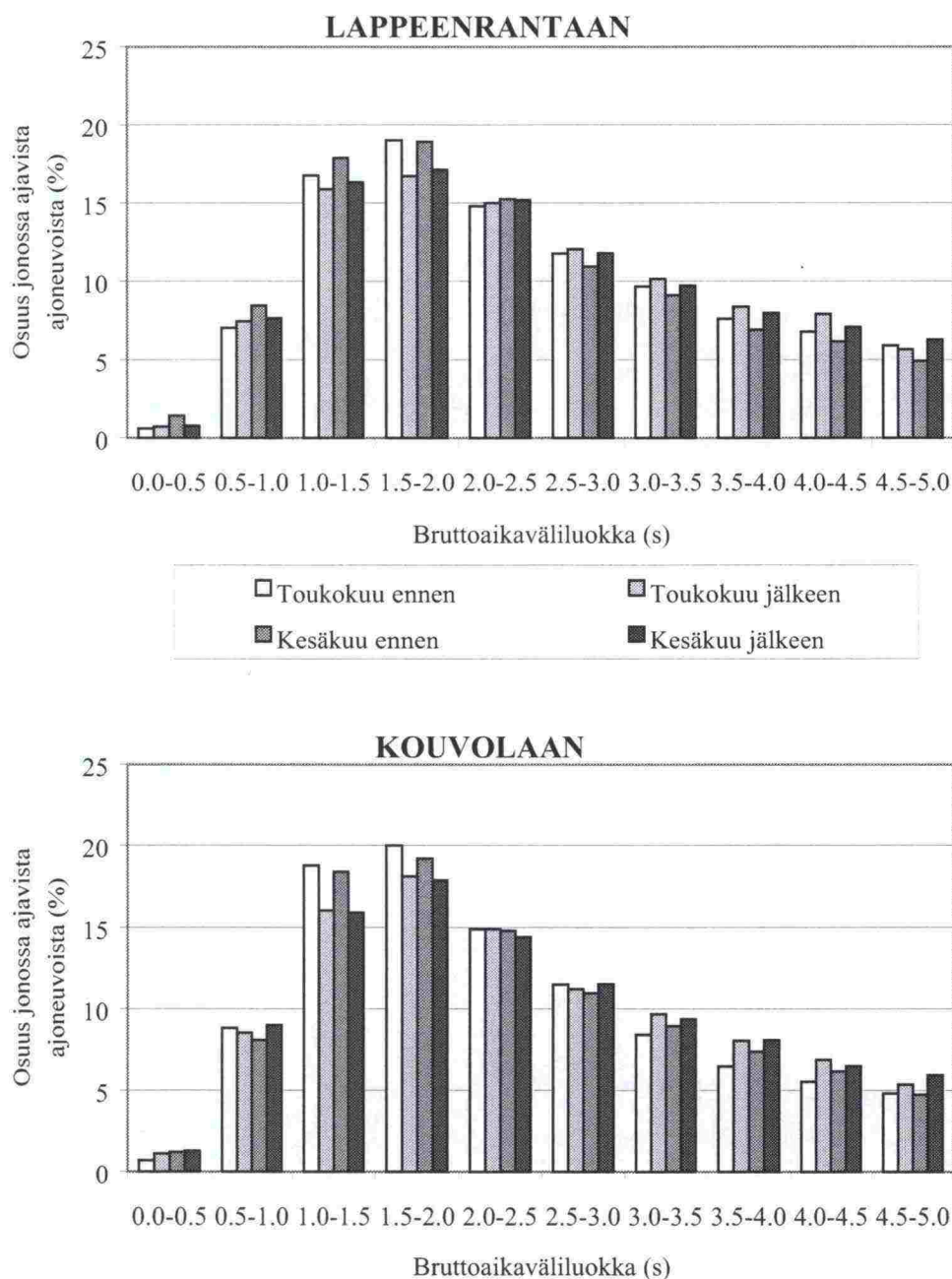


Kuva 20. Jonon keskipituuden riippuvaisuus liikennemäärästä Kouvolan suuntaan ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

5.4 Jonossa ajavien aikavälit

Kaikkien jonossa ajavien ajoneuvojen bruttoaikavälijakaumat suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen on esitetty *kuvas-
sa 21*. Bruttoaikavälin tyyppi-arvo jonossa ajavalle ajoneuvolle on kaikissa tapauksissa 1,5-2,0 sekuntia. Jälkeen-tilanteessa jakaumien huippu on matalampi kuin ennen-tilanteessa ja yli 2,5 sekunnin aikavälien osuudet ovat suuremmat lähes kaikilla mittausjaksoilla.

Lyhyiden (0-1,0 s) aikavälien osuus jonossa ajavien aikaväleistä on kasvanut toukokuussa hieman. Ennen-tilanteessa Lappeenrannan suuntaan osuus oli 7,6 % ja jälkeen-tilanteessa 8,2 %. Kouvolaan suuntaan vastaavat luvut ovat 9,5 % ja 9,7 %. Kesäkuun mittauksissa lyhyiden aikavälien osuus pieneni Lappeenrannan suunnassa 9,9 %:sta 8,4 %:iin, Kouvolaan suuntaan osuus kasvoi 9,3 %:sta 10,3 %:iin.



Kuva 21. Jonossa ajavien ajoneuvojen bruttoaikavälijakaumat suunnittain eri ajankohtina ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

6 OHITUKSET

6.1 Ohitusmäärät

Ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärät suunnittain Kaipaisen ja Kaitjärven välillä tutkitulla 11,6 km matkalla on esitetty *taulukoissa 29 ja 30*. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen kaikkien ajoneuvojen ja kevyiden ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärät ovat kasvaneet sekä Lappeenrannan että Kouvolan suuntaan. Muutos on Kouvolan suuntaan suurempi kuin Lappeenrannan suuntaan.

Kaikkien ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärä tutkimusvälillä oli ennen-tilanteen päiväliikenteessä molempiin ajosuuntiin ja perjantain menoliikenteen aikaan Kouvolan suuntaan noin 1 ajoneuvo. Jälkeen-tilanteessa ohitusten lukumäärät olivat nousseet 1,3 ajoneuvoon. Perjantain menoliikenteessä aktiivisten ohitusten lukumäärä nousi ennen-tilanteen 1,7 ajoneuvosta jälkeen-tilanteen 2,0 ajoneuvoon. Kevyiden ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärät olivat noin 10-20% suuremmat kuin kaikkien ajoneuvojen keskimäärin.

Perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan ohitusten lukumäärä on noin 1,5-kertainen päiväliikenteeseen verrattuna sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa. Kouvolan suuntaan ohitetaan päiväliikenteessä ja perjantaina menoliikenteen aikaan yhtä aktiivisesti.

Taulukko 29: Ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärän keskiarvo ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Lappeenrannan suuntaan 11,6 km matkalla ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Aktiivisten ohitusten lukumäärä Lappeenrantaan (akt.ohit./ajon)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	1,2 (0,4-2,0)	1,5 (0,7-2,7)	1,9 (1,3-2,8)	2,3 (1,3-3,1)
La	0,5 (0,0-3,5)	0,6 (0,0-2,0)	0,0 (0,0)	1,1 (0,0-6,0)
Ha/pa + pv	0,1 (0,0-1,0)	0,3 (0,0-1,5)	0,2 (0,0-1,0)	0,2 (0,0-1,3)
Ka	0,0 (0,0-0,5)	0,5 (0,0-5,0)	0,0 (0,0-0,5)	0,0 (0,0-1,0)
Ka + pv	0,0 (0,0-0,5)	0,1 (0,0-0,5)	0,1 (0,0-0,6)	0,0 (0,0-0,2)
Pa	0,8 (0,0-2,3)	1,2 (0,0-5,3)	1,1 (0,0-4,0)	1,4 (0,2-,1)
Kaikki	1,0 (0,4-1,8)	1,3 (0,6-2,2)	1,7 (1,1-2,6)	2,0 (1,2-2,8)

Taulukko 30: Ajoneuvojen aktiivisten ohitusten lukumäärän keskiarvo ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Kouvolan suuntaan 11,6 km matkalla ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Aktiivisten ohitusten lukumäärä Kouvolaan (akt.ohit./ajon)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	1,1 (0,2-1,7)	1,6 (0,7-2,0)	0,9 (0,1-1,7)	1,5 (0,4-2,3)
La	0,6 (0,0-2,0)	0,5 (0,0-1,0)	0,2 (0,0-2,0)	1,0 (0,0-2,0)
Ha/pa + pv	0,1 (0,0-2,0)	0,1 (0,0-1,0)	0,1 (0,0-0,8)	0,0 (0,0-0,3)
Ka	0,0 (0,0-0,5)	0,1 (0,0-1,0)	0,0 (0,0-0,5)	0,0 (0,0-0,0)
Ka + pv	0,0 (0,0-0,2)	0,0 (0,0-0,3)	0,1 (0,0-0,5)	0,0 (0,0-0,5)
Pa	0,6 (0,0-5,0)	1,4 (0,0-4,3)	0,4 (0,0-1,5)	0,8 (0,0-2,5)
Kaikki	0,9 (0,2-1,4)	1,3 (0,5-1,8)	0,8 (0,0-1,4)	1,3 (0,3-1,9)

Ajoneuvojen passiivisten ohitusten lukumäärät tutkitulla 11,6 km matkalla ovat taulukoissa 31 ja 32. Passiivisten ohitusten lukumäärä on kasvanut sekä Lappeenrannan että Kouvolan suuntaan tarkasteltaessa kaikkia ajoneuvotyyppieä yhteensä. Muutos on perjantain menoliikenteen aikaan suurempi Kouvolan kuin Lappeenrannan suuntaan, päiväliikenteessä se on yhtäsuuri.

Jälkeen-tilanteessa kaikkien ajoneuvojen passiivisten ohitusten lukumäärä oli päiväliikenteessä sekä Lappeenrannan että Kouvolan suuntaan ja perjantain menoliikenteen aikaan Kouvolan suuntaan 1,2 ajoneuvoa. Perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan lukumäärä oli selvästi suurempi, 1,9 ajoneuvoa.

Taulukko 31: Ajoneuvojen passiivisten ohitusten lukumäärän keskiarvo ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Lappeenrannan suuntaan 11,6 km matkalla eri mittauspäivinä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Passiivisten ohitusten lukumäärä Lappeenrantaan (pass.ohit./ajon)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	0,5 (0,0-1,2)	0,7 (0,2-0,9)	1,2 (0,5-2,2)	1,3 (0,8-2,0)
La	1,3 (0,0-6,0)	1,6 (0,0-4,0)	3,6 (0,0-9,0)	1,9 (0,0-7,0)
Ha/pa + pv	3,3 (0,0-8,2)	4,3 (0,0-6,6)	6,5 (1,5-11,8)	6,3 (0,0-11,0)
Ka	3,0 (0,0-10,0)	3,0 (0,0-4,5)	5,5 (0,0-16,0)	7,6 (0,0-16,0)
Ka + pv	3,1 (0,6-7,3)	4,2 (1,6-6,0)	6,1 (2,5-11,0)	9,2 (4,0-17,0)
Pa	1,2 (0,0-3,0)	2,3 (0,0-4,7)	2,8 (0,3-5,1)	2,7 (0,1-6,0)
Kaikki	0,9 (0,2-1,8)	1,2 (0,6-2,2)	1,6 (1,1-2,5)	1,9 (1,1-2,5)

Taulukko 32: Ajoneuvojen passiivisten ohitusten lukumäärän keskiarvo ja sen vaihteluväli 15 minuutin jaksoissa Kouvolan suuntaan 11,6 km matkalla eri mitauspäivinä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen.

Ajoneuvotyyppi	Passiivisten ohitusten lukumäärä Kouvolaan (pass.ohit./ajon)			
	Päiväliikenne		Perjantai-iltapäivä	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Ha, mp	0,5 (0,1-1,0)	0,8 (0,2-1,2)	0,4 (0,0-1,0)	0,8 (0,1-1,4)
La	0,8 (0,0-2,0)	1,9 (0,0-3,6)	0,5 (0,0-3,0)	1,9 (0,0-5,0)
Ha/pa + pv	2,4 (0,0-5,0)	3,5 (0,0-6,0)	3,1 (0,0-10,0)	3,6 (0,0-10,6)
Ka	2,6 (0,0-9,5)	3,5 (0,0-7,0)	3,2 (0,0-6,5)	3,5 (0,0-8,0)
Ka + pv	2,5 (0,0-7,0)	3,5 (2,0-6,3)	2,0 (0,2-0,8)	3,0 (0,0-5,6)
Pa	1,3 (0,0-4,0)	1,0 (0,2-2,7)	1,4 (0,0-4,5)	1,6 (0,0-4,3)
Kaikki	0,9 (0,2-1,4)	1,2 (0,5-1,8)	0,7 (0,1-1,4)	1,2 (0,2-1,8)

Perävaunullisia kuorma-autoja ohittavien ajoneuvojen lukumäärä on kasvanut päiväliikenteessä Lappeenrannan suuntaan 35 % ja Kouvolan suuntaan 40 %. Perjantain menoliikenteen aikaan määrät ovat kasvaneet noin 50 %.

6.2 Ohitustiheys ja sen riippuvaisuus liikennemäärästä

Yksittäisen ajoneuvon ja liikennevirran ohitustiheyden keskiarvot suunnittain eri ajankohtina on esitetty *taulukossa 33*. Ohitustiheyttä määritettäessä on tarkasteluvälin pituudesta vähennetty tiejaksot, joilla ohittaminen on kielletty. Ohituskieltoalueiden pituus oli ennen-tilanteessa Lappeenrannan suuntaan yhteensä 1269 m ja Kouvolan suuntaan 1301 m. Jälkeen-tilanteessa kieltoalueita oli Lappeenrantaan yhteensä 1352 m ja Kouvolaan 1330 m.

Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen yksittäisten ajoneuvojen ohitustiheys on kasvanut, Kouvolan suuntaan enemmän kuin Lappeenrannan suuntaan. Lappeenrannan suuntaan päiväliikenteessä yksittäinen ajoneuvo teki 100 km kohti ennen-tilanteessa keskimäärin 10 ohitusta ja jälkeen-tilanteessa keskimäärin 13 ohitusta. Kouvolan suuntaan vastaavat luvut 8 ja 13. Perjantain menoliikenteessä Lappeenrantaan yksittäinen ajoneuvo ohitti 100 km kohti ennen-tilanteessa keskimäärin 16 ajoneuvoa ja jälkeen tilanteessa 20 ajoneuvoa. Kouvolan suuntaan menoliikenteen aikaiset luvut olivat vastaavasti 7 ja 13.

Liikennevirran ohitustiheyden keskiarvo on eri ajankohtina jälkeen-tilanteessa suurempi kuin ennen-tilanteessa. Kouvolan suuntaan ohitusmäärä on aikayksikköä ja tien pituusyksikköä kohti keskimäärin lähes kaksinkertaistunut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Lappeenrannan suunnassa ohitustiheyden kasvu on selvästi pienempi (alle 20 %). Jälkeen-tilanteessa ohitustiheys oli päiväliikenteessä Lappeenrannan suuntaan 26 ohit./kmh ja Kouvolan suuntaan 23 ohit./kmh. Perjantain menoliikenteessä ohitustiheys oli nelinkertai-

nen päiväliikenteeseen verrattuna (104 ohit./kmh). Kouvolaan suuntaan ohitustiheys oli vastaavana aikana 31 ohit./kmh.

Taulukko 33: Yksittäisen ajoneuvon ja liikennevirran ohitustiheyksien keskiarvot ja niiden vaihteluvälit 15 minuutin jaksoissa suunnittain ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista sekä sen jälkeen. Ohituskieltoalueet on vähennetty tiepituudesta.

Suunta ja ajankohta			Ohitustiheys	
			Yksittäinen ajoneuvo (ohit./ajonkm)	Liikennevirta (ohit./kmh)
Lappeenrantaan	Päiväliikenne	Ennen	0,097 (0,039-0,175)	24 (6-59)
		Jälkeen	0,127 (0,059-0,216)	26 (12-63)
	Perjantai-iltaapäivä	Ennen	0,156 (0,107-0,253)	88 (39-152)
		Jälkeen	0,196 (0,118-0,274)	104 (59-164)
Kouvolaan	Päiväliikenne	Ennen	0,078 (0,020-0,137)	12 (2-42)
		Jälkeen	0,127 (0,049-0,176)	23 (8-45)
	Perjantai-iltaapäivä	Ennen	0,068 (0,000-0,137)	16 (0-40)
		Jälkeen	0,127 (0,029-0,186)	31 (3-60)

Liikennevirran ohitustiheys on teorian mukaan (yhtälö 2) suoraan verrannollinen liikennemäärän neliöön ja nopeuden keskihajontaan sekä kääntäen verrannollinen matkajakauman keskinopeuden neliöön. Yhtälö on voimassa mikäli kaikki ohitukset voidaan suorittaa ja nopeusjakauma on normaali (Wardrop 1952).

$$OV = \frac{q^2 * \sigma_s}{v_s^2 * \sqrt{\pi}}, \text{ jossa} \quad (2)$$

OV = ohitusten lukumäärä/kmh

q = liikennemäärä (ajon/h)

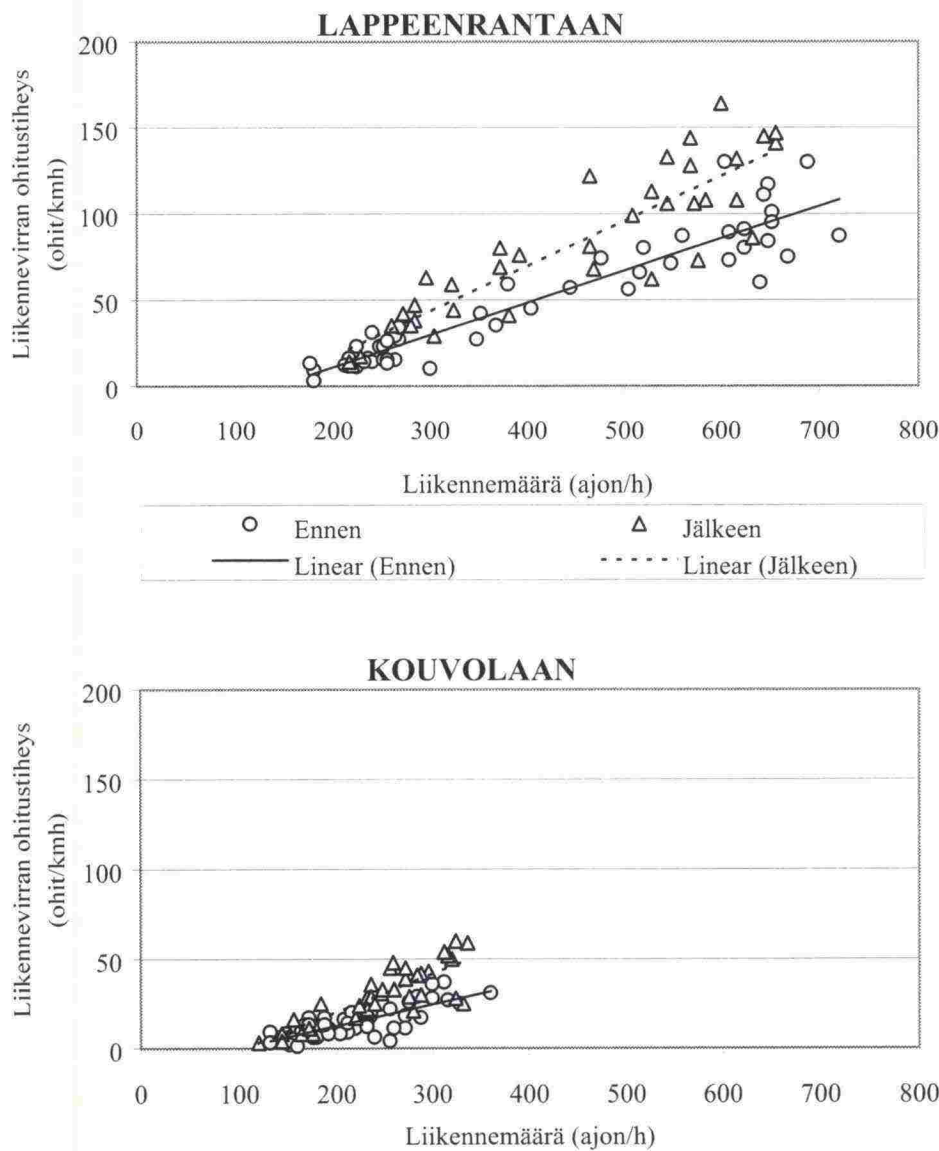
σ_s = nopeuksien keskihajonta (km/h)

v_s = matkajakauman keskinopeus (km/h)

Kuvassa 22 on esitetty liikennevirran ohitustiheyden riippuvaisuus liikennemäärästä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen suunnittain. Suppean liikennemääräalueen vuoksi aineistoon ei sovitettu teorian mukaista toisen asteen yhtälöä, vaan ohitustiheyden ja liikennemäärän riippuvaisuutta kuvattiin lineaarisella regressiosuoralla. Regressiosuorien yhtälöt ja selitysasteet ovat taulukossa 34. Mallit ovat tilastollisesti hyväksyttävissä riskitasolla 0.05. Regressiosuorien yksittäiset selittäjät poikkeavat nolasta kaikissa malleissa riskitasolla 0.05.

Regressiosuorien kulmakertoimet ovat molempiin tutkimussuuntiin jälkeentilanteessa suuremmat kuin ennen-tilanteessa. Liikennemäärän kasvaessa ohitusten määrä aikayksikköä ja tien pituusyksikköä kohti kasvaa siis leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen voimakkaammin kuin aikai-

semmin. Erot ennen-tilanteeseen ovat tilastollisesti merkitseviä riskitasolla 0,05. Regressiosuorien vakiotermien erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 22. Liikennevirran ohitustiheyden riippuvaisuus liikennemäärästä ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen.

Taulukko 34: Liikennevirran ohitustiheyden OV riippuvaisuus liikennemäärästä q (ajon/h) suunnittain sekä mallien selitysasteet ennen leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamista ja sen jälkeen. Malli: $OV = a + b \cdot q$.

Suunta ja ajankohta		a	b	R ² (%)	Havaintojen lkm	q:n vaihtelu (ajon/h)
Lappeenrantaan	Ennen	-26,6	0,1873	87,1	48	176-720
	Jälkeen	-35,4	0,2627	79,0	36	216-656
Kouvolaan	Ennen	-12,1	0,1223	58,9	48	132-360
	Jälkeen	-23,4	0,2181	70,5	36	120-336

7 AJONEUVOJEN SIJAINTI KAISTALLA

7.1 HISTAR-liikenteenlaskentalaitteiden tulokset

HISTAR-liikenteenlaskentalaitteilla mitatut liikennemäärät Lappeenrannan suunnan kaistalla perjantaina 9.6.2000 15 tunnin mittausajalta klo 06.00-21.05 on esitetty taulukossa 35. Taulukossa on ajoneuvojen lukumäärät myös klo 12.00-20.00. HISTAR-laitteilla mitattuja liikennemääriä verrattiin keskimmäisen videokuvauspaikan havaintoihin. Vertailu tehtiin, jotta saatiin käsitys siitä, oliko ajoneuvoista tullut havainto useampaan kuin yhteen laskentalaitteeseen.

Keskimmäisessä videokuvauspisteessä havaittiin Lappeenrannan suuntaan klo 12.00-20.00 yhteensä 3 526 ajoneuvoa. HISTAR-laitteilla havaittiin vastaavana aikana yhteensä 4 855 ajoneuvoa. Yli kolmasosa ajoneuvoista on siis aiheuttanut havainnon kahteen laskentalaitteeseen. Tämän vuoksi taulukon 35 lukumääriä ei voi kaikilta osin pitää luotettavina. Laitteiden sijoittaminen siten, että ajoneuvoista olisi tullut vain yksi havainto, osoittautui hyvin vaikeaksi.

Oikeanpuoleisin laskentalaitte sijaitsi noin 1 metrin etäisyydellä tien oikeasta reunaviivasta. Verrattaessa oikeanpuoleisen laitteen havaintojen määrää (klo 12-20) rekisteritunnustutkimuksen liikennemäärään voidaan todeta, että 54 % ajoneuvoista aiheutti havainnon laskentalaitteeseen. Ajoneuvon ei tarvitse ajaa laitteen päältä aiheuttaakseen havainnon, mutta siitä, miltä etäisyydeltä havainto vielä saadaan, ei käyttöohjeessa ole tarkkaa tietoa (*Nu-metrics 1995*). Tuloksista voidaankin suurpiirteisesti todeta, että 54 % ajoneuvoista ajoi korkeintaan reilun metrin etäisyydellä reunaviivasta.

Taulukko 35: Ajoneuvojen lukumäärät HISTAR-liikenteenlaskentalaitteiden mitauksissa koko mittausajalta klo 06.00-21.05 ja vertailuajalta klo 12.00-20.00.

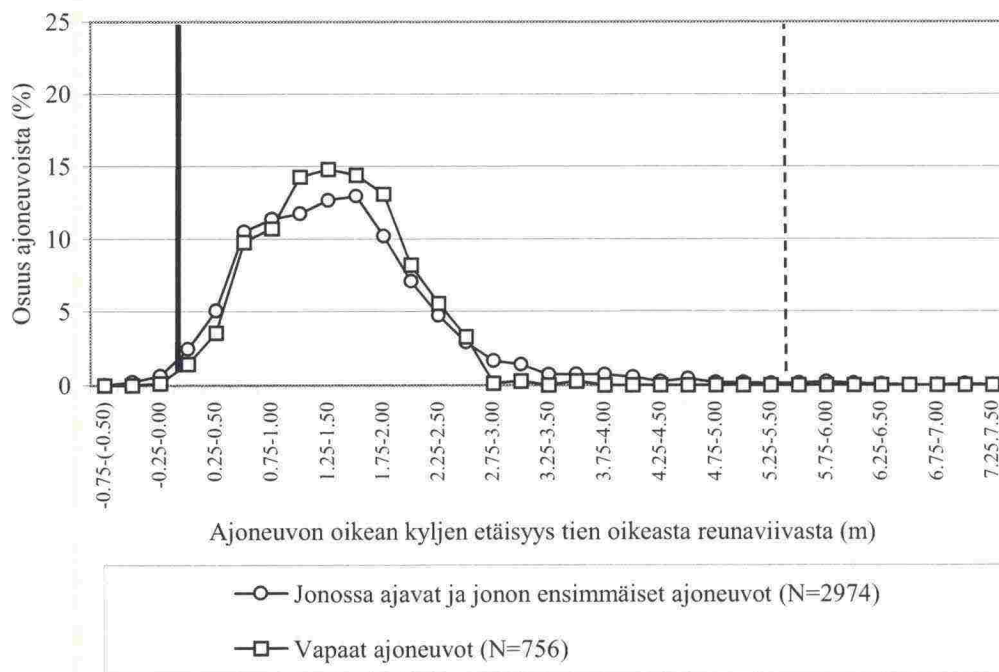
Laskentalaitteen sijainti kaistalla	Ajoneuvojen lukumäärä ja osuus kaikista havainnoista	
	Klo 06.00-21.05	Klo 12.00-20.00
Oikea reuna	2634 (38 %)	1915 (39 %)
Keskellä	3474 (51 %)	2395 (49 %)
Vasen reuna	767 (11 %)	545 (11 %)

7.2 LAVEG-etäisyysmittarin tulokset

Kuvassa 23 on esitetty LAVEG-etäisyysmittarin havainnot Lappeenrantaan ajavien ajoneuvojen sijainnista kaistalla. Yhteensä saatiin 3 730 ajoneuvon sijaintitieto. Mittausaikana 32 ajoneuvoa ohitti mittauspisteen kohdalla toista ajoneuvoa siten, että etäisyyshavaintoa ei saatu. Suurin osa ajoneuvoista (95 %) ajoi korkeintaan 3,0 metrin etäisyydellä reunaviivasta. Kaikista ajoneuvoista noin 29 % ajoi korkeintaan 1,0 metrin ja 79 % korkeintaan 2,0 metrin etäisyydellä reunaviivasta.

Jonossa tai jonon ensimmäisenä ajavien ajoneuvojen jakauma on matalampi ja leveämpi kuin vapaiden ajoneuvojen jakauma. Vapaista ajoneuvoista korkeintaan 1,0 metrin etäisyydellä reunaviivasta ajoi 26 %, jonossa tai jonon ensimmäisenä ajavista 30 %. Korkeintaan 2,0 metrin etäisyydellä ajoi vastaavasti 82 % ja

78 % ajoneuvoista. Jonossa tai jonon ensimmäisenä ajavien jakaumasta erottuvat ne, joita ohitetaan ja toisaalta ne, jotka ovat ohittamassa. Pientareella tai korkeintaan 0,5 metrin etäisyydellä reunaviivasta ajoi jonossa tai jonon ensimmäisenä ajavista noin 8 % ja vapaista ajoneuvoista noin 5%. Yli kolmen metrin etäisyydellä reunaviivasta ajoi jonossa tai jonon ensimmäisenä ajavista noin 6 % ja vapaista ajoneuvoista noin 0,5 %.



Kuva 23. Ajoneuvojen sijainti kaistalla Lappeenrannan suuntaan LAVEG-etäisyysmittarin havaintojen mukaan.

LAVEG-mittausten perusteella 55 % ajoneuvoista ajoi korkeintaan 1,5 metrin etäisyydellä reunaviivasta. HISTAR-liikenteenlaskentalaitteesta saatu tulos (54 % ajoneuvoista reilun metrin etäisyydellä) oli samaa suuruusluokkaa, vaikka etäisyystieto ei olekaan tarkka. Todennäköisesti laite ei kuitenkaan havaitse enää puolen metrin etäisyydellä olevia ajoneuvoja, joten HISTAR-mittauspisteessä hieman suurempi osa ajoneuvoista ajoi reunaviivan tuntumassa kuin LAVEG-mittauspisteessä. Ajoneuvojen sijaintiin saattoi vaikuttaa mittauspisteiden väliset erot: LAVEG-mittauspiste sijaitsi noin 400 metriä liittymän jälkeen, kun taas HISTAR-mittauspiste oli keskellä pitkää suoraa tieosuutta.

8 YHTEENVETO

Perinteisten moottoriliikenneteiden ja leveäpientareisten sekaliikenneteiden välityskykyä ja palvelutasoa pyritään parantamaan kolmikaistaisilla ja leveäkaistaisilla teillä. Ensimmäinen leveäkaistainen sekaliikennetie otettiin käyttöön vt 6:lla Kouvolaan ja Lappeenrantaan välillä loppukesällä 1999. Poikkileikkauksen vaikutuksia liikennevirtaan selvitettiin ennen-jälkeen -seurannan avulla. Ennen-tilanteessa tieosuus oli perinteinen leveäpientareinen valtatie.

Tutkimusmenetelminä käytettiin rekisteritunnustutkimusta ja pistekohtaisia silmukkamittauksia. Rekisteritunnustutkimukset tehtiin kesäkuussa vuonna 1999 ja 2000, silmukkamittaukset kahdessa noin viikon mittaisessa jaksossa toukokuussa ja kesäkuussa vuonna 1999 ja 2000. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen selvitettiin lisäksi ajoneuvojen sijaintia kaistalla HISTAR-liikennelaskentalaitteiden ja LAVEG-etäisyysmittarin avulla.

Silmukkamittausten aikana suurimmat 15 minuutin aikajaksoihin perustuvat tuntiliikennemäärät olivat sekä ennen- että jälkeen -tilanteessa Kouvolaan suuntaan alle 750 ajon/h ja Lappeenrantaan suuntaan alle 700 ajon/h. Kokonaisliikennemäärä oli alle 1000 ajon/h. Raskaiden ajoneuvojen osuus oli päivällä noin 20 % ja yöllä yleensä yli 30 %. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä osuudet olivat selvästi pienemmät ja vaihtelivat 10 % molemmin puolin. Suuntajakauma Lappeenrantaan/Kouvolaan oli päiväliikenteessä vuonna 1999 noin 50/50 ja vuonna 2000 noin 55/45. Perjantain menoliikenteessä suuntajakauma oli molempina vuosina noin 65/35. Sunnuntain paluuliikenteessä suuntajakauma Kouvolaan/Lappeenrantaan oli molempina vuosina myös noin 65/35.

Perjantain menoliikenteessä keskinopeus vaihteli ennen-tilanteessa perinteisellä valtatiellä välillä 91-104 km/h ja jälkeen-tilanteessa leveäkaistaisella tiellä välillä 92-106 km/h. Sunnuntain paluuliikenteessä vastaavat arvot olivat 93-109 km/h ja 94-110 km/h. Päivä- ja yöliikenteessä nopeuksien keskiarvojen vaihteluväli oli suurempi viikon pituisten mittausjaksojen aikana. Keskinopeus pääsääntöisesti hieman nousi leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Päiväliikenteessä ero ennen-tilanteeseen vaihteli ajosuunnittain eri kuukausina 0,1-2,1 km/h. Viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä keskinopeus oli jälkeen-tilanteessa vilkkaampaan suuntaan 0,8-2,7 km/h ja vastakkaiseen suuntaan 0,4-1,9 km/h suurempi kuin ennen -tilanteessa. Yöliikenteessä keskinopeuksissa ei ollut toukokuussa juurikaan muutosta, kesäkuussa keskinopeus oli molemmissa ajosuunnissa laskenut 1,2 km/h. Moottoriliikennetiellä vt 12 Lahden ja Uudenkylän välillä leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen havaittu keskinopeuden kasvu oli suurempi kuin vt 6:lla (Tielaitoksen selvityksiä 26/1997).

Nopeuden keskihajonta oli molemmissa ajosuunnissa jälkeen-tilanteessa suurempi kuin ennen-tilanteessa. Erot olivat kuitenkin pieniä, 0,1-1,4 km/h. Perjantain menoliikenteessä keskihajonta vaihteli ennen-tilanteessa välillä 6-20 km/h ja jälkeen-tilanteessa välillä 8-20 km/h, sunnuntain paluuliikenteessä vaihteluvälit olivat 6-18 km/h ja 6-19 km/h.

Liikennemäärän vaikutusta keskinopeuteen tutkittiin regressioanalyysillä. Regressiomallien mukaan keskinopeus kasvaa liikennemäärän kasvaessa sekä en-

nen- että jälkeen -tilanteessa. Ennen-tilanteessa keskinopeus kasvoi Lappeenrannan suuntaan noin 0,5 km/h ja jälkeen-tilanteessa noin 1,3 km/h ajosuunnan liikennemäärän kasvaessa 100 ajon/h. Kouvolan suuntaan vastaavat arvot olivat 1,0 km/h ja 1,6 km/h. Havaittu keskinopeuden kasvu liikennemäärän kasvaessa selittyy sillä, että liikennemäärät olivat mittausaikana melko pienet. Mallit ovat voimassa ainoastaan havaitulla liikennemääräalueella (0-700 ajon/h). Tätä suuremmilla liikennemäärillä keskinopeus oletettavasti laskee liikennemäärän kasvaessa.

Matkanopeuksien keskiarvot 15 minuutin aikajaksoissa vaihtelivat perjantain menoliikenteessä Lappeenrannan suuntaan ennen-tilanteessa välillä 94-100 km/h ja jälkeen-tilanteessa välillä 95-100 km/h. Vastakkaiseen ajosuuntaan matkanopeuskeskiarvot olivat ennen-tilanteessa 91-100 km/h ja jälkeen-tilanteessa 94-102 km/h. Matkanopeuksien keskiarvo on noussut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen Kouvolan suuntaan. Keskiarvo on päiväliikenteessä noin 1 km/h ja perjantain menoliikenteen aikaan noin 2 km/h suurempi kuin aikaisemmin. Perjantain menoliikenteen aikaan ero on tilastollisesti merkitsevä, päiväliikenteessä ei. Lappeenrannan suuntaan matkanopeuksien keskiarvo ei ole päiväliikenteessä muuttunut, perjantain menoliikenteessä se on kasvanut 1,0 km/h. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Nopeuksien keskihajonnoissa on tapahtunut vain pieniä muutoksia. Vt 12:lla matkanopeuden kasvu oli suurempi kuin vt 6:lla.

Raskaiden ajoneuvojen matkanopeuksien keskiarvo on noussut hieman Kouvolan suuntaan sekä päivällä että perjantain menoliikenteen aikaan. Lappeenrannan suuntaan matkanopeus on hieman laskenut. Muutokset ovat alle 1 km/h. Kevyiden ajoneuvojen matkanopeuksien keskiarvo on Kouvolan suuntaan noussut enemmän kuin raskaiden ajoneuvojen. Päiväliikenteessä ero ennen-tilanteeseen on noin 1,5 km/h ja perjantain menoliikenteen aikaan noin 2,5 km/h. Lappeenrannan suuntaan matkanopeuden keskiarvo ei ole päiväliikenteessä juurikaan muuttunut, perjantain menoliikenteessä keskiarvo on noussut noin 1 km/h.

Keskimääräisen matkanopeuden riippuvaisuutta liikennemäärästä tutkittiin regressioanalyysillä 15 minuutin mittausjaksoissa. Liikennemäärän muutoksilla ei voitu selittää havaittua matkanopeuden vaihtelua. Regressiosuorat olivat lähes vaakasuorassa eivätkä mallit olleet tilastollisesti merkitseviä. Liikennemäärät olivat tutkimusajankana niin vähäiset ettei liikennemäärän kasvu vaikuttanut matkanopeuteen.

Keskimääräinen jonossa ajavien ajoneuvojen osuus eli jonoprosentti (jonokriteeri 5 s) ei ole leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen juurikaan muuttunut päiväliikenteessä. Keskimäärin jonossa ajoi päivällä hieman yli 30 % kuljettajista. Toukokuussa jonoprosentti on säilynyt perjantain menoliikenteessä lähes ennallaan, sunnuntain paluuliikenteessä jonoprosentti on kasvanut noin 2 %-yksikköä. Kesäkuussa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä jonoprosentti on pienentynyt noin 5 %-yksikköä. Keskimäärin jälkeen-tilanteessa viikonlopun meno- ja paluuliikenteessä hieman yli 50 % kuljettajista ajoi jonossa. Jonojen keskipituudet olivat pääasiassa alle 4 ajoneuvoa kaikilla havaituilla liikennemäärillä.

Ohitusten lukumäärä on perjantain menoliikenteessä Lappeenrannan suuntaan noin 1,5-kertainen päiväliikenteeseen verrattuna sekä ennen- että jälkeen-tilanteissa. Vastakkaiseen suuntaan ohitetaan päiväliikenteessä ja perjantain menoliikenteen aikaan yhtä aktiivisesti. Leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen aktiivisten ohitusten lukumäärä on kasvanut sekä Lappeenrannan että Kouvolan suuntaan. Muutos on Kouvolan suuntaan suurempi kuin Lappeenrannan suuntaan. Keskimäärin tutkitulla leveäkaistaosuudella (noin 11,6 km) ohitetaan päiväliikenteessä ja perjantain menoliikenteen aikana Kouvolan suuntaan 1,3 ajoneuvoa (ennen-tilanteessa noin 1,0 ajoneuvoa). Perjantain menoliikenteessä ohitetaan keskimäärin 2,0 ajoneuvoa (ennen-tilanteessa 1,7 ajoneuvoa).

Liikennevirran ohitustiheyden keskiarvo on jälkeen-tilanteessa suurempi kuin ennen-tilanteessa. Kouvolan suuntaan ohitusmäärä on aikayksikköä ja tien pituusyksikköä kohti keskimäärin lähes kaksinkertaistunut leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen. Lappeenrannan suunnassa ohitustiheyden kasvu on selvästi pienempi (alle 20 %). Jälkeen-tilanteessa liikennevirran keskimääräinen ohitustiheys oli päivällä noin 25 ohit./kmh molemmissa ajosuunnissa. Perjantain menoliikenteessä keskimääräinen ohitustiheys oli noin 105 ohit./kmh ja vastakkaisessa suunnassa Kouvolaan noin 30 ohit./kmh. Liikennemäärän kasvaessa liikennevirran ohitustiheys kasvaa, leveäkaistaisen poikkileikkauksen rakentamisen jälkeen voimakkaammin kuin aikaisemmin. Ajosuunnan liikennemäärän kasvaessa 100 ajon/h liikennevirran ohitustiheys kasvaa jälkeen-tilanteessa Lappeenrannan suuntaan noin 25 ohit./kmh (ennen-tilanteessa noin 20 ohit./kmh) ja Kouvolan suuntaan noin 20 ohit./kmh (ennen-tilanteessa noin 10 ohit./kmh). Perjantain menoliikenteen aikaan liikennevirran ohitustiheyden kasvu oli vt 12:lla suurempi kuin vt 6:lla. Päiväliikenteessä muutos oli vt 6:lla suurempi kuin vt 12:lla idän suunnan liikenteessä, länteen päin muutos oli vt 12:lla suurempi kuin vt 6:lla.

LAVEG-etäisyysmittarilla saatiin tieto noin 3 700 ajoneuvon tarkasta sijainnista ajokaistalla. Tulosten perusteella 29 % kuljettajista ajaa sellaisella etäisyydellä reunaviivasta ($\leq 1,0$ m), että ajoneuvo on mahdollista ohittaa omalla kaistalla. Jonossa ajavista tai jonon ensimmäisistä ajoneuvoista tällä etäisyydellä ajoi 30 %, vapaista ajoneuvoista 26 %. HISTAR-liikennelaskentalaitteet eivät soveltuneet kovinkaan hyvin ajoneuvon kaistallasijainnin määrittämiseen. Laitteiden sijoittaminen kaistalle niin, että ajoneuvosta tulisi havainto vain yhteen laitteeseen, osoittautui vaikeaksi.

9 KIRJALLISUUSLUETTELO

Nu-metrics 1995. Vehicle Magnetic Imaging Traffic Counter/Analyzers. Model no. NC-40/NC-90A. HI-STAR Operating Manual.

Pajunen, K. 1997. Tavallisen ja leveäkaistaisen moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet – Vt 12 Lahti-Uusikylä. Tielaitos, tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka. Helsinki 1997. (Tielaitoksen selvityksiä 26/1997). 48 s.

Saastamoinen, K. 1994. Leveäkaistainen moottoriliikennetie – Vt 4 Asemakylä-Räinänperä. Tielaitos, kehittämiskeskus. Helsinki 1994. (Tielaitoksen selvityksiä 43/1994). 44 s. + liitteitä 13 s.

Wardrop, J.G. 1952. Some theoretical aspects of road traffic research. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Vol. 1, Part II. London. 58 s.

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-734-7
TIEH 3200661